THOMAS S. KUHN

Structura revoluțiilor științifice

Traducere din engleză de
RADU J. BOGDAN

Studiu introductiv de
MIRCEA FLONTA



HUMANITAS
BUCUREȘTI

STRUCTURA REVOLUȚIILOR ȘTIINȚIFICE

Coperta
IONUŢ BROŞTIANU

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
KUHN, THOMAS S.
Structura revoluţiilor ştiinţifice / Thomas S. Kuhn;
trad.: Radu J. Bogdan; pref.: Mircea Flonta. – Bucureşti: Humanitas, 2008
ISBN 978-973-50-2030-9

I. Bogdan, Radu J. (trad.)
II. Flonta, Mircea (pref.)

501.
1:5

THOMAS S. KUHN
THE STRUCTURE OF SCIENTIFIC REVOLUTIONS
Third Edition
Licensed by The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, U.S.A.

EDITURA HUMANITAS
Piaţa Presei Libere 1, 013701 Bucureşti, România
tel. 021/408 83 50, fax 021/408 83 51
www.humanitas.ro

Comenzi CARTE PRIN POŞTĂ: tel./fax 021/311 23 30
C.P.C.E. — CP 14, Bucureşti
e-mail: cpp@humanitas.ro
www.librariilehumanitas.ro

THOMAS KUHN ȘI REORIENTAREA ISTORICĂ ÎN FILOZOFIA ȘTIINȚEI

Acum câteva decenii, filozofia științei[1] constituia obiectul preocupărilor relativ ezoterice ale unui grup de cercetători, cu deosebire din țări de limbă engleză. Inspirați de programul empirismului logic și de realizările socotite exemplare ale unora dintre personalitățile eminente ale cercului de la Viena care emigraseră în Statele Unite și Anglia, ei urmăreau analiza și clarificarea logică a unor concepte centrale pentru înțelegerea structurii cunoașterii științifice, concepte cum ar fi *limbaj de observație* și *limbaj teoretic, reguli de corespondență, teorie științifică*, formularea unor criterii logice de delimitare a teoriilor științifice de teorii numite în mod peiorativ *speculative* sau *metafizice*, precum și a unor criterii de evaluare a gradului de confirmare a ipotezelor științifice de către datele de observație. Concepută și practicată în acest fel, teoria cunoașterii științifice apărea observatorului din afară drept un joc la care participă un număr relativ restrâns de filozofi profesioniști. Scrierile consacrate logicii și metodologiei demersului științific și analizei produselor sale nu stârneau atenția cercurilor largi ale publicului cultivat, și nici cel puțin interesul unor oameni de știință reprezentativi și al istoricilor științei.

Cine și-ar fi închipuit în acei ani că o scriere publicată în colecția *Enciclopedia internațională a științei unificate*, o colecție îngrijită de două personalități emblematice ale empirismului logic, Rudolf Carnap și Charles Morris, va fi difuzată până la moartea autorului ei, în 1996, atât în limbi de mare circulație cât și în altele cu o arie mai restrânsă, în aproape un milion de exemplare? Într-adevăr, lucrarea unui tânăr istoric al științei, cu totul necunoscut în afara

---

[1] O redare mai corectă în limba română a celor mai multe dintre temele pe care autorii de limbă engleză le desemnează în mod curent prin expresia *philosophy of science* ar fi *teoria cunoașterii științifice*.

unui cerc restrâns de specialişti, a devenit în scurt timp cea mai citită carte consacrată teoriei cunoaşterii ştiinţifice din toate timpurile. Lucrarea lui Kuhn a fost şi este citită până astăzi nu numai de oameni ce ilustrează toate domeniile activităţii academice, ci chiar şi de istorici şi teoreticieni ai literaturii şi artelor, de scriitori sau artişti. Intelectuali cu interese din cele mai diferite iau în mână această carte nu numai pentru a câştiga o imagine despre ştiinţă ca fenomen major al lumii moderne, ci şi pentru a putea beneficia de sugestiile pe care le poate oferi celor activi în cele mai variate teritorii ale cercetării şi creaţiei. Un indiciu semnificativ al ariei neobişnuit de largi de diseminare a ideilor lui Kuhn este fie şi doar favoarea de care se bucură în limbajul cult al ultimilor decenii un cuvânt-cheie din cartea sa, cuvântul *paradigmă*. Elita cercetătorilor naturii, psihologii, sociologii şi antropologii, istoricii de toate felurile, de la cei care se consacră istoriei sociale, economice şi politice, până la istoricii artei şi religiei, pentru a nu mai vorbi de istoricii ştiinţei, găsesc în lectura cărţii lui Kuhn o excelentă oportunitate pentru a descoperi şi a pune în discuţie diferite stereotipii care le domină gândirea. Cât despre scrierile de teoria ştiinţei, aici invocarea şi critica vederilor lui Kuhn a devenit un ritual căruia puţini i se mai pot sustrage. Într-un index al citărilor puţine personalităţi ale ştiinţei şi filozofiei secolului ce se încheie, ca Albert Einstein sau Ludwig Wittgenstein, ar putea ţine pasul cu Thomas Kuhn.

Cum se explică toate acestea? Un răspuns foarte scurt ar suna astfel: cartea lui Kuhn a propus o nouă imagine a ştiinţei, o imagine ce se deosebeşte din multe puncte de vedere de cea consacrată. În măsura în care se opune acelor clişee consolidate prin autoritatea unor eminenţi filozofi şi cercetători ai naturii cu interese filozofice, care înfăţişează ştiinţa modernă drept o întruchipare exemplară a unei raţionalităţi lucide şi reci[2], imaginea rectificată pe care ne-o propune Kuhn poate fi calificată drept un pas semnificativ în direcţia „umanizării ştiinţei". Căci ideile ce conferă nota de originalitate gândirii sale ar putea fi caracterizate, într-o primă instanţă,

[2] Un autor român cunoscut şi apreciat atât ca matematician, cât şi ca poet, asemăna construcţia ştiinţifică cu un castel de gheaţă.

drept o distanţare de şi denunţare a ceea ce am putea numi o *supraraţionalizare a cunoaşterii ştiinţifice.* Am în vedere acea imagine a ştiinţei care a luat naştere prin contribuţiile convergente ale unor filozofi reprezentativi pentru tradiţia analitică anglo-saxonă[3], ale istoriei tradiţionale a ştiinţei şi ale reflecţiei unor oameni de ştiinţă de cel mai înalt rang. În momentul apariţiei lucrării lui Kuhn, tendinţa dominantă în teoria cunoaşterii ştiinţifice era una *anistorică*, *formalistă* şi *normativă*. Se admitea, adeseori în mod tacit, că ceea ce ar distinge cunoaşterea ştiinţifică de alte activităţi creatoare este observarea strictă a unor reguli — regulile metodei ştiinţei — acele reguli care ne-ar permite să deosebim oriunde şi oricând ştiinţa de tot ceea ce nu este ştiinţă. Interesul filozofic pentru ştiinţă era orientat spre evidenţierea structurii logice a demersurilor şi rezultatelor cunoaşterii ştiinţifice. Într-un cuvânt, teoria cunoaşterii ştiinţifice era concepută şi practicată ca logică aplicată. În sfârşit, se socotea că cei ce cultivă acest domeniu ar trebui să se intereseze „de ştiinţa prin excelenţă sau de ştiinţa aşa cum trebuie să fie practicată, mai degrabă decât de cercetarea ştiinţifică de rutină“.[4]

Motivele şi accentele ce conferă o pregnantă originalitate imaginii kuhniene a ştiinţei, o imagine schiţată pentru prima dată în *Structura revoluţiilor ştiinţifice*, pot fi desluşite, aşadar, cu multă claritate pe fundalul contrastant a ceea ce am caracterizat drept o tendinţă de supraraţionalizare a cunoaşterii ştiinţifice. Într-adevăr, Kuhn contestă că ar exista ceva de felul unei metode universale a cunoaşterii ştiinţifice, aşadar idealuri de cunoaştere, valori ştiinţifice, criterii de discriminare a problemelor ştiinţifice şi de

---

[3] Merită citată remarca sugestivă a autorului uneia dintre cele mai citite lucrări recente de filozofie a ştiinţei: „Ei erau în dezacord asupra multor puncte deoarece erau de acord asupra a ceea ce este fundamental. Ei credeau că ştiinţa naturii este formidabilă şi că fizica este cea mai bună. Ea ilustrează raţionalitatea umană. Ar fi frumos să avem un criteriu pentru a distinge o asemenea ştiinţă bună de nonsens şi de speculaţie prost construită.“ (J. Hacking, *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, 1983, p. 3.)

[4] J. Watkins, *Against „Normal Science“*, în I. Lakatos, A. Musgrave (editori), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, 1970, p. 27.

evaluare a soluţiilor satisfăcătoare care ar fi valabile în toate timpurile şi în toate disciplinele. El caracterizează revoluţiile ştiinţifice drept schimbări profunde în reprezentările de excelenţă şi în practicile ce fixează identitatea cunoaşterii ştiinţifice într-un anumit moment al timpului şi într-o anumită arie a cercetării. Revoluţiile ştiinţifice ne sunt înfăţişate drept prefaceri ce afectează nu numai cunoştinţele noastre, ci şi înţelegerea de sine a cunoaşterii ştiinţifice. Referindu-se la istoricii ştiinţei de la care a învăţat ceva esenţial, Kuhn îi numeşte în prefaţa cărţii sale pe Alexandre Koyré, Emile Meyerson, Hélène Metzger şi Aneliese Maier. Lucrările acestora ar fi arătat „ce înseamnă a gândi ştiinţific într-o perioadă în care canoanele ştiinţifice erau foarte diferite de cele acceptate astăzi“.[5]

Kuhn pune în discuţie o supoziţie acceptată drept ceva neproblematic de către mulţi filozofi ai ştiinţei, şi anume supoziţia că noţiunile ar fi introduse şi utilizate pe baza unor criterii stricte, acele criterii care vor fi enunţate în mod explicit atunci când sunt definite aceste noţiuni. El susţine că noţiunile ştiinţifice, la fel ca şi noţiunile gândirii curente, exprimă o reţea de asemănări care apropie membrii unei familii naturale precum şi o reţea de deosebiri care despart membrii acestei familii de membrii alteia. O revoluţie ştiinţifică aduce cu sine, între altele, schimbări în acele reţele conceptuale ce fixează apartenenţa unui element la o mulţime pe care o desemnează un anumit termen al limbajului unei discipline ştiinţifice. Bunăoară, înainte de Copernic, pământul era socotit o planetă, ca şi Marte, în timp ce după Copernic pământul şi Marte vor aparţine unor familii naturale diferite. Înainte de Copernic luna era o planetă, şi nu pământul, iar după Copernic pământul era o

---

[5] Delimitându-se de acei istorici care văd în evoluţia cunoaşterii ştiinţifice un proces mai lin sau mai abrupt de acumulare a adevărului şi de eliminare a erorii, Kuhn enunţă, în capitolul introductiv al cărţii sale, concluzia la care au ajuns autorii amintiţi mai sus în următorii termeni: „Cu cât studiază mai atent (să zicem) dinamica aristotelică, chimia flogisticului sau termodinamica calorică, cu atât devin mai convinşi că aceste concepţii despre natură, odinioară dominante, nu erau în ansamblu mai puţin ştiinţifice şi nici nu reprezentau, mai mult decât cele curente în zilele noastre, produsul idiosincrasiei umane.“

planetă, şi nu luna. Tot aşa, apa sărată aparţinea familiilor compuşilor chimici înainte de Dalton şi amestecurilor fizice după Dalton. În aceste cazuri, ca şi în altele, nu este vorba doar de modificarea unor convenţii lingvistice, ci, în primul rând, de răspunsuri la presiunile pe care le exercită noi observaţii şi experimente. Cu alte cuvinte, schimbări de acest fel sunt expresia unor prefaceri profunde ale cunoştinţelor noastre despre natură.[6] Kuhn contestă de asemenea că alegerile pe care le face omul de ştiinţă între teorii şi sisteme de gândire în competiţie ar fi pur şi simplu rezultatul aplicării unor criterii şi norme de evaluare presupuse a avea o valabilitate universală. O asemenea reconstrucţie a logicii gândirii ştiinţifice este, desigur, atrăgătoare, ca de altfel orice reprezentare idealizată asupra logicii acţiunilor omeneşti. Kuhn afirmă însă că ea nu este una realistă. El îşi propune să arate că oamenii de ştiinţă, care acceptă în principiu aceleaşi criterii de excelenţă şi valori ştiinţifice, pot să facă, în una şi aceeaşi situaţie concretă, alegeri diferite.

Kuhn se distanţează net de imaginea idealizată asupra cunoaşterii ştiinţifice pe care o ofereau scrierile cele mai autorizate de filozofie a ştiinţei susţinând că baza practicii cercetării şi a consensului într-o ştiinţă care a atins stadiul maturităţii nu este *teoria ştiinţifică*, ci ceva mai complex, *paradigma*. El argumentează cu stăruinţă că cercetarea ştiinţifică în disciplinele care au ajuns

[6] „Acum mi se pare că acest fel de redistribuire a indivizilor în familii naturale sau genuri, cu schimbarea corespunzătoare a trăsăturilor caracteristice pentru referinţă, este o trăsătură centrală (poate cea centrală) a episoadelor pe care le-am numit mai înainte revoluţii ştiinţifice.“ (Th. S. Kuhn, *Metaphor in Science*, în (ed.) M. Ortony, *Metaphor and Thought*, p. 417.) Într-un text scris în ultimii ani ai vieţii, Kuhn va caracteriza astfel câteva elemente ale poziţiei sale: „...termenii ştiinţifici sunt învăţaţi prin utilizarea lor; această utilizare implică descrierea unuia sau mai multor exemple paradigmatice de comportare a naturii; un număr de asemenea exemple sunt cerute pentru ca procesul să funcţioneze; şi, în sfârşit, când procesul s-a încheiat, cel care învaţă limbajul sau conceptul a dobândit nu numai semnificaţii, ci, de asemenea, în mod inseparabil, generalizări despre natură.“ (Th. S. Kuhn, *Afterwords*, în (ed.) P. Horwich, *World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science*, the MIT Press, Cambridge Mass., 1993, p. 312.)

în acest stadiu nu este condusă în primul rând de teorii și reguli metodologice generale, ci de experiențe împărtășite în comun ce sunt încastrate în paradigme. Cercetarea științifică este, înainte de toate, o practică cu un accentuat caracter instrumental, și, ca orice practică, ea se învață prin ucenicie. Paradigmele înțelese ca realizări științifice exemplare, ca exemple concrete de formulări și soluții ale problemelor științifice, constituie baza acelui acord al oamenilor de știință asupra fundamentelor ce distinge orice cercetare științifică matură.

Probabil că sursa cea mai profundă a distanțării lui Kuhn de reprezentări curente asupra raționalizării științifice[7], reprezentări acceptate tacit de majoritatea istoricilor științei, au constituit-o cercetările sale istorice conduse de experiențe proprii cu privire la modul cum trebuie să fie citite texte științifice mai vechi. Pentru a înțelege mai bine despre ce este vorba mi se pare utilă o scurtă digresiune cu caracter biografic.

Născut în anul 1922, Kuhn a făcut studii de fizică și a obținut titlul de doctor la Harvard, în 1949. Rezultatele primelor sale cercetări au apărut în anii 1950–1951 în reviste de fizică. După o foarte scurtă carieră de cercetător, Kuhn și-a schimbat cursul preocupărilor profesionale, orientându-se spre istoria științei. Cum explică el această reorientare? Citind texte științifice din epoci mai îndepărtate, Kuhn a ajuns la constatarea că dacă atribuim fie și numai unora din termenii ce apar în aceste texte semnificația pe care o au ei în știința actuală, nu vom mai putea înțelege multe enunțuri ce apar în ele. Este vorba de ceea ce autorul *Structurii revoluțiilor științifice* va numi mai târziu *textual oddity*. Kuhn povestește despre prima sa întâlnire cu acest fenomen care s-a produs foarte devreme, în anii studiilor sale doctorale. Fiind însărcinat să țină câteva expuneri asupra originilor mecanicii secolului al XVII-lea, el a coborât pe firul timpului, studiind mai întâi scrieri medievale asupra mișcării și apoi sursa lor comună, *Fizica* lui Aristotel. Citind

---

[7] Iată o descriere concisă și deosebit de sugestivă a acestor reprezentări: „Un om de știință va experimenta, va aduna date, le va explica prin ipoteze simple și va progresa astfel, în mod rațional și inexorabil, spre adevăr." (P. Horwich, *Introduction*, în *World Changes*, p. 1.)

lucrarea lui Aristotel cu ochelari newtonieni, Kuhn a fost surprins să constate că acest autor, care ne apare şi astăzi atât de perspicace în alte scrieri ale sale, afirmă despre mişcare lucruri ce păreau evident absurde. O explicaţie cerea şi faptul că *Fizica* lui Aristotel a putut inspira secole de-a rândul multe minţi eminente, nu lipsite de spirit critic. Nedumeririle tânărului Kuhn s-au risipit abia atunci când el a reuşit să descopere un mod de a citi textul care a înlăturat impresia sa iniţială. „Drept rezultat nu am devenit un fizician aristotelic, dar am învăţat într-o anumită măsură să gândesc ca un asemenea fizician. În consecinţă, nu mi-a fost greu să înţeleg de ce Aristotel a afirmat ce-a afirmat despre mişcare sau de ce afirmaţiile sale au fost luate în considerare cu atâta seriozitate."[8] Kuhn sugerează că reorientarea lui profesională spre istoria ştiinţei a fost determinată tocmai de sentimentul că o asemenea experienţă ar merita să fie continuată şi că semnificaţiile ei ar trebui să fie sistematic explorate. Căutând lecturi mai bune ale textelor ştiinţifice scrise de cercetători ai naturii din alte epoci, el a făcut experienţe asemănătoare cu scrieri ale lui Boyle şi Newton, Lavoisier şi Dalton. Concluzia la care a ajuns odată cu trecerea timpului a fost că incongruenţele pe care le descoperă un cercetător cu pregătire ştiinţifică modernă citind texte mai vechi sunt aparente.[9] Pentru a deveni un cititor competent al unor asemenea texte, istoricul ştiinţei ar trebui să procedeze ca un antropolog de teren care încearcă să înveţe limba unei comunităţi exotice pe care îşi propune să o studieze. În cuvintele lui Kuhn: „Preocupaţi să reconstruiască idei trecute, istoricii trebuie să abordeze generaţia care le susţine în acelaşi fel în care abordează antropologul o cultură

---

[8] Th. S. Kuhn, *Tensiunea esenţială*, Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1982, p. 38.

[9] „Incomensurabilitatea este o noţiune ce apare la mine din încercări de a înţelege pasaje aparent lipsite de sens întâlnite în texte ştiinţifice mai vechi. De obicei, ele au fost socotite drept o dovadă a opiniilor confuze sau greşite ale autorului. Experienţele mele m-au condus spre concluzia că aceste pasaje au fost, dimpotrivă, citite greşit; aparenţa de nonsens poate fi înlăturată recuperând semnificaţiile mai vechi pentru unii din termenii implicaţi, semnificaţii diferite în raport cu cele care au devenit mai târziu curente." (Th. S. Kuhn, *The Road since Structure*, P.S.A., 1991, p. 4.)

străină. Cu alte cuvinte, ei trebuie să fie pregătiți de la început să constate că băştinaşii vorbesc un limbaj diferit şi îşi organizează experiența în categorii diferite de cele pe care ei înşişi le aduc de acasă. Ei vor trebui să-şi propună ca țel descoperirea acelor categorii şi asimilarea limbajului corespunzător."[10] În strădaniile sale de a reconstitui fidel episoade din trecutul ştiinței, istoricul ştiinței va fi pus în situația celui obligat să intre într-o lume nouă şi să învețe să se mişte în această lume. El va încerca să descopere moduri diferite de a organiza din punct de vedere conceptual date ale experienței, modalități de a formula probleme şi de a evalua soluțiile lor, idealuri de cunoaştere şi criterii de excelență care, toate împreună, conferă profilul original propriu unor moduri alternative de a practica cercetarea ştiințifică. Iar dacă eforturile sale vor fi încununate de succes, ceea ce va rezulta nu va fi doar un nou mod de a scrie istoria ştiinței, ci şi o modificare profundă a acelei imagini a cunoaşterii ştiințifice care fusese consolidată de tendințele filozofice dominante la mijlocul secolului nostru. Ceea ce mulți filozofi au caracterizat atunci drept ştiința în genere — ştiința ca unitate monolitică — nu era de fapt decât o reconstrucție logică consecventă a modului cum sunt prezentate metodele şi rezultatele unei discipline ştiințifice în manualele pe care le consultau. Kuhn subliniază că manualele ştiințifice sunt în bună măsură responsabile pentru reprezentarea anistorică a filozofilor ştiinței şi a multor cercetători privitoare la dezvoltarea în timp a cunoaşterii ştiințifice. Aceasta deoarece în manualele şi tratatele ştiințifice cercetările şi descoperirile oamenilor de ştiință din trecut sunt prezentate doar drept contribuții la ştiința prezentului. Altfel spus, manualele prezintă principalele momente din trecutul unei discipline ştiințifice drept etape ale unei înaintări treptate şi relativ continue spre ştiința zilelor noastre.[11] *Mutatis mutandis*,

[10] Th. S. Kuhn, „Revisiting Planck", în *Historical Studies in the Physical Sciences*, 14 (2), 1984, p. 246.

[11] Autorii de manuale prezintă „concepte şi teorii din trecut ca nişte aproximări imperfecte ale celor în folosință curentă, punând în umbră astfel atât structura cât şi integritatea tradițiilor ştiințifice din trecut." (*Tensiunea esențială*, p. 190.) „Educația ştiințifică se bazează, astăzi, în întregime pe manuale. Cei ce studiază o anumită disciplină ştiințifică nu citesc de regulă

acest mod de a scrie istoria ştiinţei seamănă cu descrierea dată de Hegel istoriei filozofiei ca o înaintare treptată şi continuă spre propria sa filozofie.

Ne putem, desigur, întreba de ce această deformare sistematică a istoriei diferitelor discipline ştiinţifice nu a fost semnalată în literatura de istorie a ştiinţei, o literatură care a crescut repede de la mijlocul secolului nostru. Încercând să răspundă la această întrebare, Kuhn formulează o observaţie extrem de interesantă: după ce a reuşit să înţeleagă un text ştiinţific în termenii ştiinţei epocii în care a fost scris, istoricul ştiinţei încearcă, de regulă, să îl retraducă în limbajul ştiinţei contemporane care este limbajul cititorilor săi. Lucrările istorice ascund astfel natura cercetării care le-a produs. Cititorii acestor lucrări nu au nici un motiv pentru a bănui că studiul trecutului unei discipline ar putea dezvălui existenţa unor forme de viaţă ştiinţifică sensibil diferite de cele ale prezentului. Kuhn crede că toţi istoricii care privesc trecutul dintr-o perspectivă autentic istorică sunt, *conştient sau nu*, practicanţi ai metodei hermeneutice. El a încercat să derive din această experienţă concluzii de ordin general: „În cazul meu, descoperirea hermeneuticii nu a atras după sine numai considerarea istoriei ca ceva demn de atenţie. Ea a influenţat rapid şi decisiv concepţia mea despre ştiinţă.“[12]

Nu se poate îndeajuns sublinia că ceea ce este nou şi deosebit de provocator în întrebările şi temele pe care le propune Kuhn va

---

lucrările istorice clasice ale domeniului lor, lucrări în care ar putea descoperi alte moduri de a privi problemele analizate în manualele lor, dar în care ar întâlni şi probleme, concepte şi standarde de rezolvare pe care profesiunea pe care o vor practica în viitor le-a înlăturat şi înlocuit de mult.“ (*Ibidem*, p. 271.)

[12] Th. S. Kuhn, *Tensiunea esenţială*, p. 39. În acelaşi sens, merită atenţie precizările pe care le face Kuhn la începutul primului capitol al cărţii sale cu privire la proiectul de explorare filozofică a experienţelor pe care le-a făcut în citirea unor texte ştiinţifice ale trecutului: „Scopul... este de a schiţa un concept cu totul diferit despre ştiinţă, aşa cum rezultă el din datele istorice ale înseşi activităţii de cercetare. Dar noul concept nu rezultă nici măcar din istorie dacă datele istorice continuă să fie căutate şi examinate îndeosebi pentru a răspunde la întrebări puse potrivit unui stereotip anistoric, caracteristic manualelor ştiinţifice.“

rămâne greu de înţeles dacă nu vom ţine seama de evoluţia lui intelectuală şi profesională cu totul atipică. Format ca cercetător al naturii, cu o experienţă scurtă dar semnificativă a cercetării moderne, Kuhn a fost condus spre istoria ştiinţei de interese de natură filozofică. El va practica în mod profesional istoria ştiinţei, fără a pierde însă din vedere nici un moment interesele de ordin filozofic, utilizând toate ocaziile pe care i le ofereau cercetările istorice pentru a articula tot mai coerent un mănunchi de întrebări cu privire la natura cercetării în discipline ştiinţifice mature, precum şi cu privire la ceea ce se petrece atunci când o tradiţie de cercetare este înlocuită cu alta. Kuhn a făcut astfel experienţe şi a câştigat competenţe care nu erau accesibile colegilor săi, istorici sau filozofi ai ştiinţei. Lumea preocupărilor sale a fost astfel diferită de cea a filozofilor care se interesează de faptele istorice doar pentru a ilustra scheme abstracte preconcepute[13], cât şi de cea a istoricilor ştiinţei înclinaţi să facă din lipsa orizontului filozofic o virtute profesională. Într-o bună parte a carierei sale academice, Kuhn a fost activ atât în istoria, cât şi în filozofia ştiinţei. Experienţele sale ca istoric l-au condus la unele din concluziile sale filozofice radicale, iar cercetările sale istorice au fost influenţate în orientarea lor de aceste concluzii. Autorul *Structurii revoluţiilor ştiinţifice* poate fi caracterizat, prin urmare, tot aşa de bine drept un istoric al ştiinţei cu interese filozofice, cât şi ca un filozof al ştiinţei ale cărui generalizări se sprijină pe cercetări de natură istorică. În această din urmă calitate a sa, Kuhn nu a fost un personaj cu totul izolat. Lucrările sale filozofice se integrează, după propria sa apreciere, în ceea ce el numeşte *soft philosophy of science* sau filozofie a ştiinţei orientată istoric. Printre autorii care au ilustrat acest mod de a cultiva teoria cunoaşterii ştiinţifice, care se distinge clar de *pattern*-ul dominant, Kuhn menţionează pe N. R. Hanson, M. Hesse, P. Feyerabend, M. Polanyi şi St. Toulmin.[14] Totuşi Kuhn ocupă un loc aparte în

---

[13] „Citind o lucrare din trecut, filozoful caută cu regularitate poziţia autorului în probleme curente, le critică cu ajutorul aparatului actual şi interpretează textul respectiv în aşa fel încât relaţia lui cu doctrina modernă apare pe primul plan." (*Tensiunea esenţială*, p. 199.)

[14] Vezi Th. S. Kuhn, *The Road since Structure*, p. 3.

acest grup, a cărui atitudine disidentă se profila clar deja în anii '60. Mai întâi, nici unul din autorii amintiţi nu şi-au întemeiat concluziile de natură filozofică pe cercetări proprii de istoria ştiinţei. În al doilea rând, nici una din lucrările lor nu a reuşit să câştige atenţia unor cititori cu interese intelectuale şi profesionale atât de diferite şi, în consecinţă, să exercite o influenţă comparabilă cu cea pe care a exercitat-o cartea lui Kuhn. În sfârşit, opera filozofică a lui Kuhn a marcat puternic ceea ce am putea caracteriza drept *reorientare istorică în filozofia ştiinţei* înfruntând frontal o dogmă filozofică ce s-a impus prin influenţele convergente exercitate de filozofia analitică a ştiinţei şi ale şcolii popperiene. Este vorba de conceperea distincţiei dintre cercetarea istorică şi cercetarea filozofică a ştiinţei drept o distincţie dintre cercetarea realităţilor cunoaşterii ştiinţifice şi formularea unor norme pentru cercetarea ştiinţifică, norme ce rezultă dintr-o anumită reprezentare cu privire la ţelul ştiinţei. Într-o teorie a cunoaşterii ştiinţifice, care se sprijină ferm pe rezultatele unor cercetări de istorie a ştiinţei şi pe o bună cunoaştere a practicii ştiinţifice actuale, normativul şi descriptivul nu se mai opun, ci se apropie până la punctul în care devin două feţe diferite ale unora şi aceloraşi enunţuri. Intervenind în discuţiile şi controversele pe care le-a iscat cartea sa, Kuhn a evidenţiat cu insistenţă această caracteristică a unei filozofii istorice a ştiinţei. Citez un pasaj mai lung care mi se pare deosebit de edificator: „Obiectivul meu este, de asemenea, o înţelegere a ştiinţei, a raţiunilor eficacităţii sale deosebite, a statutului cognitiv al teoriilor ei. Dar altfel decât mulţi filozofi ai ştiinţei, eu am început ca istoric al ştiinţei, examinând îndeaproape faptele vieţii ştiinţifice. Descoperind în această activitate că mult din comportarea ştiinţifică, incluzând pe cea a marilor oameni de ştiinţă, încalcă în mod persistent canoane metodologice acceptate, a trebuit să mă întreb de ce aceste încălcări nu par să zădărnicească câtuşi de puţin succesul întreprinderii. Când am descoperit, mai târziu, că un punct de vedere schimbat cu privire la natura ştiinţei transformă ceea ce a apărut mai înainte drept o comportare aberantă într-un element esenţial al explicării succesului ştiinţei, descoperirea a fost o sursă a încrederii în noua explicaţie. Criteriul meu în sublinierea oricărui aspect particular al comportării ştiinţifice nu constă, aşadar, doar

în faptul că el se produce, şi nici cel puţin în faptul că se produce în mod frecvent, ci mai degrabă în faptul că el confirmă o teorie a cunoaşterii ştiinţifice. Invers, încrederea mea în această teorie derivă din capacitatea ei de a conferi un sens coerent multor fapte care, potrivit unui punct de vedere mai vechi, trebuiau să apară fie aberante, fie irelevante. Cititorii vor observa o circularitate în argumentare, dar ea nu este una vicioasă... Trebuie oare ca observaţiile lui Kuhn asupra dezvoltării ştiinţei... să fie citite drept descrieri sau drept prescripţii? Răspunsul este, desigur, că ele trebuie citite în ambele feluri în acelaşi timp. Dacă eu am o teorie privitoare la modul în care funcţionează şi de ce funcţionează ştiinţa, ea trebuie în mod necesar să aibă implicaţii în ceea ce priveşte modul cum trebuie să se comporte oamenii de ştiinţă pentru ca întreprinderea lor să înflorească... oamenii de ştiinţă trebuie să se comporte în esenţă aşa cum se comportă dacă ceea ce-i preocupă este îmbunătăţirea cunoaşterii ştiinţifice.“[15] Este important de subliniat că oamenii care au practicat sau practică cercetarea ştiinţifică înclină să împărtăşească acest mod de a vedea lucrurile. Astfel, o cunoscută cercetătoare, care a intervenit în dezbaterea din care am citat pasajul de mai sus, s-a exprimat într-un mod caracteristic pentru atitudinea celor ce produc cunoaştere ştiinţifică: „Dacă punctul meu de vedere este ştiinţific, acest text implică deci că ştiinţa aşa cum este făcută în realitate, adică ştiinţa aşa cum o descrie în linii mari Kuhn, este ştiinţa aşa cum trebuie ea să fie practicată. Căci dacă nu există un mecanism de autocorectare ce operează în ştiinţa însăşi, atunci, vorbind de pe poziţiile ştiinţei, nu va exista nici o speranţă ca situaţia să se îmbunătăţească de câte ori lucrurile merg prost.“[16]

*

În cele ce urmează nu se va încerca o prezentare, fie şi concisă, a tuturor temelor şi punctelor de vedere dezvoltate în *Structura revoluţiilor ştiinţifice*. Cititorul avizat şi atent îşi va putea alcătui

[15] Th. S. Kuhn, „Reflections on My Critics“, în *Criticism and the Growth of Knowledge*, pp. 236–237.
[16] M. Masterman, *The Nature of a Paradigm*, în *op. cit.*, p. 60.

propria reprezentare sinoptică. Doresc să propun, în schimb, un mod de a citi cartea. Pornesc de la supoziția că stâlpii de susținere a ideilor pe care le propune ea sunt conceptul de *paradigmă*, asociat cu cel de *știință normală*, ca rezolvare de *probleme puzzle*, precum și conceptul de *revoluție științifică*, asociat cu cel de *incomensurabilitate a paradigmelor*. Mi se pare că tratarea temelor desemnate prin aceste concepte ne îngăduie să identificăm elementele majore de noutate schițate în cartea lui Kuhn, precum și sursa principală a neînțelegerilor pe care le întâlnim adesea în considerațiile criticilor ei. Totodată, intenționez să prezint și să comentez reelaborarea unora dintre aceste concepte, îndeosebi a celui de *incompatibilitate* în scrierile mai târzii ale lui Kuhn.[17]

O citire corectă a cărții lui Kuhn depinde în primul rând de înțelegerea conceptului ei central — *paradigma*. Prefața conține o indicație importantă în această privință. Kuhn relatează experiența pe care a câștigat-o datorită unei burse care i-a permis să petreacă un an într-un centru de studii avansate în științele sociale. Familiarizat cu practica cercetării în fizică, o știință care a atins stadiul maturității în multe din disciplinele sale cu secole mai înainte, el a fost surprins să constate că între cercetătorii din științele sociale nu există un acord minim asupra unor chestiuni fundamentale cum

---

[17] Prima ediție a *Structurii revoluțiilor științifice* a apărut în anul 1962. A doua ediţie din 1970 nu cuprinde modificări semnificative ale textului iniţial. Kuhn îi adaugă însă un cuprinzător *Post-scriptum*. Lucrări publicate de Kuhn în anii '80 şi îndeosebi la începutul anilor '90 conţin clarificări şi dezvoltări importante care vizează teme centrale ale cărţii. Aceste dezvoltări constituiau baza unei noi cărţi pe care, din nefericire, Kuhn nu a putut-o încheia. Este important de reținut că după 1980 Kuhn nu a mai publicat lucrări de istoria ştiinţei, concentrându-şi preocupările asupra problematicii ce stă în centrul *Structurii revoluțiilor științifice*. În textul publicat în volumul omagial care a apărut în 1993, Kuhn precizează: „Pot să spun mai mult despre acestea (tranziţiile de la o paradigmă la alta şi semnificaţia cognitivă a acestor tranziţii — n. mea, M. F.) şi despre subiecte legate de ele, iar cartea la care lucrez în prezent va spune multe despre ele. Evident, nu pot nici cel puţin să schiţez aici conţinutul cărţii, dar pot să utilizez libertăţile pe care mi le oferă poziţia mea de comentator pentru a sugera cât îmi stă în putinţă cum a evoluat punctul meu de vedere în anii ce s-au scurs de la publicarea *Structurii*.“ (*Afterwords*, în *op. cit.*, p. 314.)

ar fi recunoaşterea problemelor importante şi evaluarea soluţiilor date acestor probleme. „Încercarea de a descoperi sursa acestor diferenţe — scrie Kuhn — m-a condus la recunoaşterea rolului pe care îl joacă în cercetarea ştiinţifică «paradigmele», cum le-am numit de atunci. Paradigmele sunt realizări ştiinţifice universal recunoscute care, pentru o perioadă, oferă probleme şi soluţii model unei comunităţi de practicieni.“ Constatarea fundamentală care l-a condus pe Kuhn la introducerea conceptului a fost, prin urmare, aceea că cercetătorii dintr-o disciplină ştiinţifică matură au ajuns la un consens cuprinzător nu pe baza unor definiţii şi reguli, ci sprijinindu-se pe exemple concrete de formulare şi rezolvare a problemelor, exemple pe care şi le însuşesc în procesul pregătirii lor pentru activitatea de cercetare. Acele grupuri de cercetători a căror activitate relevă un acord cuprinzător asupra problemelor, a însemnătăţii lor relative şi asupra soluţiilor acestor probleme împărtăşesc, de obicei, câteva paradigme. Paradigmele au fost cuprinse mai întâi în cărţi pe care toţi membrii unui grup ştiinţific le cunoşteau bine. Ele prezentau acele realizări ştiinţifice ce serveau membrilor grupului pentru a-şi modela după ele propria lor cercetare şi pentru a evalua propriile lor realizări. Mai târziu, aceste soluţii concrete de probleme au fost preluate în manualele şi tratatele disciplinelor ştiinţifice mature. Mai înainte de câştigarea unei prime paradigme, diferite domenii ale cercetării naturii prezentau un tablou foarte asemănător cu cel caracteristic pentru filozofie, arte şi încă pentru multe domenii ale ştiinţelor sociale şi ale disciplinelor umaniste din zilele noastre. Lipsa acordului asupra fundamentelor se exprima cel mai clar în competiţia dintre diferite şcoli. Kuhn semnalează, bunăoară, că la sfârşitul secolului al XVIII-lea şi începutul secolului al XIX-lea existau aproape tot atâtea puncte de vedere asupra naturii electricităţii câţi experimentatori importanţi. „Într-un anumit moment al timpului, între 1740 şi 1780, cercetătorii electricităţii, ca grup, au câştigat ceea ce astronomii dobândiseră în Antichitate, cercetătorii mişcării în Evul Mediu, cei ai opticii fizice în secolul al XVII-lea şi ai geologiei istorice în secolul al XIX-lea.“[18]

[18] Th. S. Kuhn, *Scientific Paradigms*, în (ed.) B. Barnes, *Sociology of Science*, Penguin Books, Middlesex, 1970, pp. 90–91.

Paradigmele, ca realizări ştiinţifice ce oferă modele de formulare şi rezolvare de probleme unui grup de cercetători, constituie entităţi complexe ce cuprind elemente de natură teoretică, instrumentală şi metodologică. Cunoaşterea cuprinsă într-o paradigmă, spre deosebire de cunoaşterea formulată prin enunţuri şi teorii ştiinţifice, este în mare măsură una *tacită*. Aceasta înseamnă că membrii unui grup disciplinar pot să se conducă în formularea şi soluţionarea problemelor după realizări ştiinţifice concrete fără să poată indica şi fără să trebuiască să indice care sunt acele caracteristici ale unor asemenea realizări ce le conferă acestora statutul de paradigme.[19] Caracterul tacit al cunoaşterii cuprinse în paradigme este pus în evidenţă de observaţia că paradigmele şi problemele formulate şi soluţionate de cercetători pe baza acestor paradigme întreţin între ele o asemănare de felul celei care există între membrii unei familii naturale, de exemplu, între membrii diferitelor specii de copaci sau diferitelor specii de câini. Ceea ce Kuhn numeşte o *familie naturală* este o clasă ai cărei membri se aseamănă unul cu celălalt mai mult decât se aseamănă cu membrii altor familii naturale.[20] Cunoaşterea tacită cuprinsă în paradigme este de acelaşi tip cu cea pe care o câştigăm prin contactul repetat cu anumiţi membri ai unei familii naturale, acea cunoaştere pe baza căreia reuşim să stabilim într-un mod neproblematic apartenenţa unor configuraţii din câmpul vizual la o anumită familie naturală şi să aplicăm astfel în mod corect un termen generic, fără să putem spune însă care sunt toate acele trăsături care disting membrii unei familii naturale de membrii alteia. Cercetătorul reuşeşte adesea să modeleze formularea şi rezolvarea problemei ce îi stă în faţă conducându-se după o paradigmă fără să aibă nevoie să ştie şi să poată spune în ce constă asemănarea dintre problema lui şi paradigma după care se conduce.[21]

---

[19] Capitolul V, intitulat „Prioritatea paradigmelor“, care tratează această temă, mi se pare esenţial pentru o bună înţelegere a cărţii.

[20] Pentru dezvoltări, vezi îndeosebi „Logica descoperirii sau psihologia cercetării?“ şi „Noi reflecţii despre paradigmă“, în volumul *Tensiunea esenţială*.

[21] „Studenţii în fizică spun cu regularitate că au citit până la capăt un capitol din manual, l-au înţeles perfect, dar cu toate acestea au avut dificultăţi

Remarcând nu o dată că *paradigma* este unul din conceptele cele mai puţin înţelese ale cărţii sale, Kuhn admite că răspunderea pentru recepţia lui defectuoasă îi aparţine, cel puţin în parte. Iată ce scrie el cu privire la multitudinea de sensuri în care a folosit termenul în *Structura revoluţiilor ştiinţifice*: „Începând pur şi simplu ca soluţii exemplare de probleme, ele (paradigmele — n. mea, M. F.) şi-au extins imperiul pentru a include mai întâi cărţile clasice în care au apărut iniţial aceste exemple acceptate şi, în cele din urmă, întregul set de exemple împărtăşite de către membrii unei comunităţi ştiinţifice. Acest sens mai larg al termenului este singurul de care au luat cunoştinţă cei mai mulţi cititori ai cărţii mele, şi rezultatul inevitabil a fost confuzia; căci multe dintre cele ce se afirmă acolo despre paradigme se aplică doar sensului iniţial al termenului. Deşi ambele sensuri mi se par importante trebuie să facem o distincţie între ele, iar termenul «paradigmă» este adecvat numai pentru primul sens. Evident, eu am creat dificultăţi inutile multor cititori."[22] Tocmai cunoaşterea tacită cuprinsă în paradigme asigură acea comunicare remarcabil de bună şi de întinsă între membrii unui grup disciplinar care explică evaluările lor pronunţat convergente cu privire la însemnătatea relativă a problemelor şi cu privire la valoarea soluţiilor propuse pentru aceste probleme. Comunicarea cea mai intensă şi mai deplină există între membrii unor grupuri foarte mici care se întâlnesc la cursuri de vară şi mese rotunde şi îşi trimit unii altora *preprinturile* lucrărilor lor.[23]

---

la rezolvarea problemelor de la sfârşitul capitolului. Aproape invariabil dificultatea constă în a formula ecuaţiile potrivite, în a corela cuvintele şi exemplele date în text cu problemele speciale pe care le au de rezolvat. În mod obişnuit aceste dificultăţi se rezolvă în acelaşi fel. Studentul descoperă o cale de a vedea problema ca pe o problemă pe care a mai întâlnit-o. Odată observată această asemănare sau analogie, mai rămân doar dificultăţi tehnice. Acelaşi *pattern* se observă în mod clar în istoria ştiinţei. Oamenii de ştiinţă modelează soluţia unei probleme după alta, adesea doar cu apel minim la generalizări simbolice." (*Tensiunea esenţială*, p. 346.)

[22] *Tensiunea esenţială*, pp. 45–46.

[23] Vezi în această privinţă *Tensiunea esenţială*, pp. 337–338. Răspunzând criticilor săi, Kuhn face precizări importante în această privinţă: „Comunităţi tipice, cel puţin pe scena ştiinţifică contemporană, pot avea o sută de membri,

Formularea şi rezolvarea de probleme pe baza cunoaşterii tacite cuprinse în paradigme constituie ceea ce Kuhn numeşte *știință normală* sau *cercetare normală*. Termenul *normal* pare să aibă, în acest context, două sensuri. Mai întâi, este vorba de acea activitate profesională pe care chiar şi cercetătorii de cel mai înalt rang o desfăşoară în cea mai mare parte a carierei lor. În al doilea rând, expresia desemnează acel tip de activitate care ilustrează cel mai bine natura ştiinţei care a ajuns la maturitate. Altfel spus, *știința normală* este ştiinţa prin excelenţă. Problemele ştiinţei normale sunt probleme ce pot fi rezolvate de cercetători cu mijloacele conceptuale şi instrumentele cuprinse în paradigmele grupului ştiinţific. Kuhn va caracteriza tipul de probleme formulate şi rezolvate în cercetarea normală drept *probleme puzzle*.[24] O problemă puzzle prezintă câteva caracteristici distinctive. Pe de o parte, cunoaşterea tacită cuprinsă în paradigme îl asigură pe cercetător că problema are o soluţie. Pe de altă parte, găsirea soluţiei este dificilă, adică pretinde o perspicacitate şi o inventivitate ieşite din comun. O problemă puzzle poate reprezenta o provocare pentru cei mai calificaţi cercetători, nu în sensul că soluţia ei implică descoperirea a ceva necunoscut, ci datorită dificultăţii de a obţine un rezultat ce poate fi, în linii generale, anticipat. Prin acest contrast dintre posibilitatea de a anticipa natura soluţiei şi dificultatea adesea ieşită din comun a găsirii acestei soluţii, problemele *puzzle* se aseamănă cu jocurile în care copilul reconstruieşte o imagine coerentă combinând diferitele feţe ale unor cuburi sau cu problemele de şah. Ceea ce caracterizează o ştiinţă care a atins stadiul maturităţii, afirmă Kuhn, este tocmai faptul că problemele ei sunt probleme *puzzle*, adică probleme pe care cercetătorii într-adevăr ingenioşi vor reuşi până la urmă să le rezolve. Iar în măsura în care asemenea probleme rezistă eforturilor îndelungate ale unor

---

uneori un număr semnificativ mai mic. Indivizii, în mod deosebit cei mai capabili, pot aparţine mai multor asemenea grupuri, fie în mod simultan, fie în mod succesiv, şi ei îşi vor schimba sau cel puţin ajusta felul de a gândi atunci când trec de la unul la celălalt." (*Reflections on My Critics*, în *op. cit.*, p. 253.)

[24] „Oamenii de ştiinţă rezolvă *puzzles*, modelându-le după soluţia unora anterioare, adesea recurgând extrem de puţin la generalizări simbolice."

cercetători reputaţi, rezolvarea lor va conferi un înalt prestigiu profesional celui ce a găsit-o.

Kuhn subliniază că un domeniu al cercetării ştiinţifice va progresa în mod rapid şi sistematic abia atunci când existenţa unor paradigme va conferi problemelor ce stau în faţa cercetătorului caracterul de probleme *puzzle*. Asemenea probleme sunt cele pe care le ridică realizarea unui acord mai bun între teorie şi datele observaţiei sau experimentului printr-o activitate ce urmăreşte ajustarea lor reciprocă, precum şi problemele pe care le pune extinderea unor corelaţii legice sau practici instrumentale în zone în care este de aşteptat ca ele să se aplice. „În condiţii normale, cercetătorul ştiinţific nu este un inovator, ci un om care rezolvă probleme (*puzzles*), iar problemele asupra cărora se concentrează sunt tocmai acelea despre care el este convins că pot fi atât formulate, cât şi rezolvate în cadrul tradiţiei ştiinţifice existente.“[25] Această caracterizare a activităţii cercetătorilor într-o disciplină ştiinţifică matură implică o consecinţă importantă. Nereuşitele în soluţionarea unor probleme ale ştiinţei normale vor fi atribuite cercetătorilor, şi nu paradigmelor pe care se sprijină ei. În cercetarea normală, ca formulare şi rezolvare de probleme *puzzle*, sunt testaţi cercetătorii şi nu paradigmele după care se conduc ei. Fără îndoială că în caracterizarea problemelor ştiinţei normale Kuhn a fost condus de o cunoaştere dinăuntru a practicii cercetării. Este tipul de experienţe pe care nu le pot avea, de regulă, filozofii ştiinţei, ţinând seama de particularităţile formaţiei lor profesionale. Este, prin urmare, de aşteptat ca cercetătorii care lucrează astăzi în discipline ştiinţifice mature să recunoască în caracterizarea pe care o dă Kuhn ştiinţei normale lucruri ce le sunt familiare, în timp ce mulţi filozofi ai ştiinţei care socotesc teoria ştiinţifică, şi nu paradigma, drept unitatea fundamentală de cunoaştere şi evaluare vor întâmpina greutăţi în reconstruirea fidelă a punctului de vedere al lui Kuhn.[26] Kuhn însuşi credea că neînţelegerea a ceea ce are

---

[25] *Tensiunea esenţială*, p. 276.

[26] M. Masterman observă, în acest sens, că *Structura revoluţiilor ştiinţifice* este o carte „în acelaşi timp perspicace din punct de vedere ştiinţific şi obscură din punct de vedere filozofic“ şi remarcă apoi că „în măsura în care el descrie

în vedere atunci când caracterizează ştiinţa normală a fost una din sursele majore ale prezentării deformate a poziţiei sale şi a multora dintre controversele pe care le-a stârnit cartea lui. Bunăoară Karl Popper, unul din criticii cei mai intransigenţi ai concepţiei kuhniene asupra naturii ştiinţei, înţelege cercetarea normală drept acea cercetare în care ar lipsi spiritul critic şi o caracterizează drept un pericol pentru ştiinţă. Popper se îndoieşte că acei oameni pe care îi reţine istoria ştiinţei ar fi practicat cercetarea normală în sensul lui Kuhn. El afirmă că renunţarea la discuţia critică ar marca sfârşitul ştiinţei, în sensul autentic al termenului.[27] Oricine înţelege conceptul kuhnian al ştiinţei normale ca formulare şi rezolvare de probleme *puzzle* va fi de acord că asemenea observaţii nu îşi ating ţinta. Ele se susţin doar atât timp cât vom identifica ştiinţa normală, cercetarea condusă de paradigme, cu cercetarea bazată pe teorie. Or, nu puţini dintre criticii lui Kuhn au folosit şi folosesc expresiile *paradigmă* şi *ştiinţă normală,* respectiv *teorie* şi *cercetare bazată pe teorie* drept echivalente. Un exemplu în acest sens ne oferă un articol recent al filozofului american Tim Maudlin. El formulează ceea ce consideră a fi „obiecţia externă cea mai evidentă împotriva analizei propuse de Kuhn“ în termenii următori: „...o teorie este adoptată de obicei pe baza datelor empirice şi nu, cel puţin în mod direct, în funcţie de capacitatea ei de a rezolva probleme“.[28] Kuhn

---

fapte familiare pentru cercetători, ei găsesc ceea ce afirmă el drept uşor de înţeles“, în timp ce „în măsura în care acelaşi material este străin şi nefamiliar pentru filozofii ştiinţei, ei găsesc orice consideraţii bazate pe acest material drept opace“ (M. Masterman, *op. cit.*, pp. 59–60).

[27] Vezi K. R. Popper, „Normal Science and its Dangers“, în *Criticism and the Growth of Knowledge*, îndeosebi pp. 53–55. Watkins vorbeşte de ciocnirea dintre punctul de vedere al lui Kuhn, potrivit căruia comunitatea ştiinţifică este „o societate închisă, scuturată intermitent de prăbuşiri nervoase colective urmate de restabilirea uniunii mintale, şi punctul de vedere al lui Popper potrivit căruia comunitatea ştiinţifică trebuie să fie şi este în mod real o societate deschisă în care nici o teorie, cât ar fi ea de dominantă şi încununată de succes, *nici o paradigmă, pentru a folosi termenul lui Kuhn* (subl. mea M. F.), nu este vreodată inviolabilă.“ (J. Watkins, *op. cit.*, p. 26.)

[28] T. Maudlin, „Kuhn édenté: incommensurabilité et choix entre théories“, în *Revue philosophique de Louvain* nr. 3/1996, p. 442. Şi alte

însuşi a favorizat această confuzie majoră prin destule inconsecvențe de ordin terminologic ce pot fi întâlnite în cartea sa.[29] În *Structura revoluțiilor științifice* există, desigur, alte pasaje care indică în mod clar că baza practicii ştiinţei normale nu este teoria, ca sistem de enunţuri, adică drept unitate pur lingvistică, ci ceva mai complex — paradigma. Unele dintre componentele acesteia din urmă nu pot fi explicitate fără pierderi esenţiale în limbajul unei discipline ştiinţifice. La începutul capitolului VIII, intitulat *Răspunsul la criză*, Kuhn arată în mod clar că expresia *știință normală* desemnează cercetarea condusă de paradigme, şi nu încercări de a aplica o teorie, încercări care ar putea fi privite drept încercări de confirmare sau infirmare a teoriei: „Ştiinţa normală se străduieşte permanent să realizeze o corespondenţă cât mai bună între teorie şi fapte. În realitate, obiectivul ei este rezolvarea unui *puzzle* pentru a cărui simplă existenţă trebuie presupusă validitatea paradigmei."[30] Insistând asupra faptului că identificarea paradigmei cu teoria zădărniceşte înţelegerea corectă a nucleului concepţiei lui Kuhn asupra ştiinţei, Margaret Masterman va sublinia că paradigmele nu sunt configuraţii în mod esenţial lingvistice, ci realizări ştiinţifice concrete ai căror constituenţi de natură teoretică şi instrumentală nu pot fi separaţi, şi cu atât mai puţin pe deplin explicaţi. Tocmai asemenea realizări ştiinţifice concrete îi ghidează

---

formulări ale autorului indică fără posibilitate de dubiu că el acceptă identificarea *teoriei științifice* cu *paradigma* drept ceva neproblematic. Iată doar una dintre ele: „Nu este întâmplător că Thomas Kuhn prezintă alegerea unei *teorii* (sau a unei *paradigme*) (subl. mea — M. F.) ca alegere a unei forme de viaţă" (*op. cit.*, p. 438).

[29] Bunăoară, în Capitolul II, „Calea spre ştiinţa normală", Kuhn scrie cu referire la B. Franklin: „Reuşita explicaţiei sale a fost cel mai convingător argument care a făcut din teoria sa o paradigmă. Pentru a fi acceptată ca paradigmă, o teorie trebuie să pară superioară rivalelor sale." Derutante sunt de asemenea referirile la „teorii ştiinţifice ce au dobândit statutul de paradigme". Asemenea exprimări sugerează că paradigma nu ar fi nimic altceva decât teoria dominantă acceptată la un moment dat de comunitatea cercetătorilor dintr-o anumită disciplină ştiinţifică.

[30] Cea mai susţinută analiză a deosebirilor dintre ştiinţa normală, ca cercetare condusă de paradigme, şi aplicarea teoriei poate fi găsită în textul „Noi reflecţii despre paradigme" din volumul *Tensiunea esențială*.

pe membrii unui grup ştiinţific în formularea unor probleme noi şi stau la baza evaluării convergente pe care o dau aceştia soluţiilor propuse. Paradigma, în sens sociologic, scrie Masterman, „este, aşadar, ceva anterior teoriei şi altceva decât teoria, întrucât este ceva concret şi observabil. Iar paradigma lui (a lui Kuhn — M. F.), ca un construct, este mai puţin decât teoria, deoarece ea poate fi ceva tot atât de puţin teoretic cum este o singură piesă a unui aparat; adică ceva ce poate genera producerea unei soluţii reale a unui *puzzle*."[31]

Dintre implicaţiile de ordin filozofic ale caracterizării kuhniene a ştiinţei normale, ca cercetare bazată pe paradigmă, două merită să fie în mod deosebit amintite.

Mai întâi, cercetarea bazată pe paradigme este caracterizată drept acea trăsătură care distinge *cunoaşterea ştiinţifică*, în sensul cel mai restrictiv al acestei expresii, în raport cu alte forme majore ale creaţiei intelectuale şi spirituale.[32] Câştigarea unei prime paradigme transformă un număr mai mic sau mai mare de cercetători, care îşi propun să extindă şi să aprofundeze cunoaşterea noastră despre un anumit domeniu de fapte, într-un grup disciplinar, adică într-o comunitate care a depăşit controversele asupra fundamentelor, concentrând eforturile convergente ale membrilor săi asupra unor probleme de tip *puzzle*. „Numai paradigma promovează o cercetare realmente eficientă: pe de o parte, pentru că prin încheierea disputelor dintre şcoli se punea astfel capăt reluării permanente a problemelor fundamentale; pe de altă parte, pentru că încrederea că se aflau pe calea cea mai bună îi încuraja pe oamenii de ştiinţă să întreprindă investigaţii mai precise, mai ezoterice

---

[31] M. Masterman, „The Nature of a Paradigm", în *op. cit.*, p. 67.

[32] Kuhn afirmă într-un articol consacrat delimitării poziţiei sale faţă de teoria cunoaşterii ştiinţifice a lui Popper că ceea ce făceau astrologii şi medicii dintr-o epocă mai îndepărtată reprezintă *ştiinţă* în sensul strict al termenului nu fiindcă enunţurile lor nu ar fi fost falsificabile, ci deoarece „ei nu aveau nici un *puzzle* de rezolvat şi în consecinţă nici o ştiinţă de practicat" (*Tensiunea esenţială*, p. 317). În schimb, cercetătorii care aparţineau tradiţiei ştiinţifice numite *chimia filogisticului* erau oameni de ştiinţă în sensul deplin al cuvântului deoarece formulau şi rezolvau probleme *puzzle* conducându-se după paradigme.

şi mai îndelungate." În opoziţie cu un punct de vedere care a fost dominant mult timp în filozofia ştiinţei de limbă engleză, Kuhn nu credea că există vreun criteriu logic care ar permite delimitarea enunţurilor ştiinţifice de speculaţii incontrolabile.[33] La întrebarea care ar fi caracteristica ce indică transformarea unui domeniu de cercetare într-o ştiinţă într-un sens modern al termenului, răspunsul lui Kuhn va fi univoc: achiziţia unei prime paradigme.

O a doua implicaţie majoră a caracterizării ştiinţei normale drept cercetare condusă de paradigme priveşte precizarea rolului şi locului criticii într-o ştiinţă matură. Descrierea pe care o dă Kuhn ştiinţei normale se opune multor reprezentări populare asupra ştiinţei şi a omului de ştiinţă. Acesta din urmă este prezentat adesea drept un căutător al adevărului care este deschis la minte şi liber de orice idei preconcepute. Se sugerează că singura constrângere sub care s-ar afla omul de ştiinţă ar fi cea exercitată de date ale experienţei intersubiectiv controlabile şi, eventual, de teorii acceptate. Kuhn susţine, dimpotrivă, că exerciţiul critic în ştiinţa matură va fi limitat în mod drastic prin însăşi natura educaţiei profesionale. În cercetarea normală, paradigmele precum şi tradiţiile de formulare şi rezolvare de probleme *puzzle* pe care le inaugurează acestea constituie *baza*, şi nu *obiectul criticii*. La capătul unei ucenicii care face dintr-o persoană un membru al unui grup ştiinţific disciplinar, o tradiţie de cercetare normală va fi însuşită şi acceptată necritic. Cercetarea ştiinţifică reclamă, prin urmare, nu numai *gândire divergentă*, ci, în aceeaşi măsură, gândire *convergentă*[34]. Obiect al criticii sunt doar soluţiile pe care le propun cercetătorii pentru probleme general recunoscute, şi nu paradigmele care îi conduc pe aceştia în formularea şi rezolvarea lor. Controversa asupra fundamentelor, ca şi căutarea unor inovaţii majore, intervine doar

[33] „Conchid că protoştiinţelor, la fel ca şi artelor şi filozofiei, le lipseşte un anumit element care face posibilă forma cea mai evidentă a progresului. Acest element nu este, totuşi, ceva ce poate fi oferit de o prescripţie metodologică." (Th. S. Kuhn, *Reflections on My Critics*, în *op. cit.*, pp. 244–245.)

[34] Kuhn notează că „cercetarea normală, chiar aceea de cea mai bună calitate, este o activitate extrem de convergentă, bazată ferm pe un consens stabil dobândit prin învăţământul ştiinţific şi întărit prin activitatea ulterioară în profesie" (*Tensiunea esenţială*, p. 269).

în perioadele de criză care precedă şi pregătesc înlocuirea unor paradigme cu altele. Aceasta este o imagine asupra naturii cercetării ştiinţifice diametral opusă celei consacrate îndeosebi prin scrierile lui Popper, autorul ce a conferit multă autoritate punctului de vedere că atitudinea critică ar fi definitorie pentru ştiinţă în genere. Kuhn o spune în mod explicit: „Într-un sens, ca să folosim termenii lui Sir Karl, tocmai abandonarea discuţiei critice marchează trecerea la ştiinţă. Odată ce un domeniu a făcut această tranziţie, discuţia critică reapare numai în perioadele de criză, când bazele domeniului respectiv sunt din nou în pericol."[35] Şi într-un alt loc: „«Revoluţiile permanente» pot deveni un imperativ ideologic important. Dacă Sir Karl şi cu mine suntem în dezacord în genere în ceea ce priveşte ştiinţa normală, atunci dezacordul priveşte acest punct. El şi grupul său argumentează că omul de ştiinţă trebuie să fie tot timpul un critic şi un proliferator de teorii alternative. Eu susţin dezirabilitatea unei strategii alternative ce rezervă o asemenea comportare pentru ocazii speciale."[36]

Conservatorismul unei tradiţii de cercetare normală nu poate fi, aşadar, îndeajuns subliniat. De ce rezistă membrii unui grup disciplinar la sugestii de schimbare a paradigmelor sale? Deoarece apără bazele vieţii lor profesionale. Atât timp cât paradigmele conduc cu succes la formularea şi rezolvarea unor noi probleme ştiinţifice general recunoscute, asemenea sugestii nu vor fi nici cel puţin examinate în mod serios. „Rezultă că dacă activitatea normală de rezolvare de *puzzle* ar fi întotdeauna încununată de succes, dezvoltarea ştiinţei nu ar duce, în genere, la inovaţii fundamentale."[37] Nu există, pe de altă parte, indicaţii obiective clare care să ne îngăduie să stabilim dacă într-un moment, ce survine în dezvoltarea unei tradiţii de rezolvare de probleme, eşecurile semnalează limitele capacităţii cercetătorilor sau faptul că paradigmele pe care se sprijină aceştia au încetat să mai funcţioneze în mod satisfăcător. S-ar putea spune că divizarea grupului în cercetători conservatori şi cercetători dispuşi să ia în considerare o schimbare

---

[35] *Ibidem*, p. 314.

[36] *Reflections on My Critics*, în *op. cit.*, pp. 242–243.

[37] Th. S. Kuhn, *Scientific Paradigms*, în *op. cit.*, p. 98.

a fundamentelor este expresia acelei polarizări a opţiunilor ce survine în situaţii de accentuată incertitudine, situaţii în care aşteptarea a ceea ce ar putea aduce viitorul reprezintă singura alternativă la decizii riscante. Kuhn apreciază că tocmai deoarece cerinţele pe care trebuie să le satisfacă soluţiile problemelor cercetării normale pot fi atât de bine anticipate pe baza paradigmelor, dificultăţile majore ce se ridică în calea găsirii acestor soluţii fiind în special de ordin tehnic, cercetarea condusă de paradigme este o cale deosebit de eficientă pentru schimbarea acestora. Înşelarea persistentă a aşteptărilor, în ciuda eforturilor concentrate ale celor mai calificaţi cercetători, precum şi împuţinarea succeselor, poate submina, în cele din urmă, convingerea lor că problemele ce le stau în faţă sunt probleme *puzzle*, şi odată cu acestea încrederea în paradigme. În momentul în care o asemenea stare de spirit devine dominantă, cel puţin unii din membrii unui grup disciplinar vor putea lua în considerare o schimbare radicală a „uneltelor“, presupunând bineînţeles că „unelte“ noi au fost deja create. În capitolul „Răspunsul la criză“ Kuhn caracterizează reacţiile posibile ale membrilor unui grup disciplinar într-o asemenea situaţie în următoarele cuvinte: „Uneori, ştiinţa normală se dovedeşte până la urmă în stare să rezolve problema care a provocat criza, în ciuda disperării celor care văzuseră în ea sfârşitul paradigmei existente. În alte ocazii, problema rezistă chiar şi unor abordări aparent cu totul noi. Atunci, oamenii de ştiinţă pot conchide că, în starea actuală a domeniului lor, nu se poate ajunge la nici o soluţie. Problema este înregistrată şi lăsată pe seama unei generaţii viitoare, înzestrată cu instrumente mai bune. Sau, în sfârşit, ...o criză se poate încheia prin apariţia unui nou candidat la statutul de paradigmă şi prin lupta care urmează pentru acceptarea sa.“

*

Cititorul va putea resimţi această discuţie insistentă a conceptelor kuhniene *paradigmă* şi *cercetare normală*, ca şi semnalarea repetată a recepţiei lor inadecvate în literatura de specialitate, drept obositoare. În realitate, cu greu s-ar putea exagera

în această privință atât timp cât neînțelegerea lor adecvată este atât de răspândită.[38] Şi mai important pare faptul că tocmai pe aceste concepte se sprijină caracterizarea atât de controversată pe care a dat-o Kuhn revoluției științifice, ca o alegere între alternative incomensurabile. Sugestia că portretul pe care îl face Kuhn episoadelor accentuat cumulative din evoluția unei discipline științifice mature ar putea fi acceptat drept unul veridic, în timp ce descrierea momentelor de discontinuitate, de ruptură, desemnate prin expresia *revoluție științifică*, ar trebui să fie respinsă, nu ne-ar putea conduce decât la concluzia puțin plauzibilă că acea concepție asupra științei care a fost fixată în *Structura revoluțiilor științifice* nu satisface cele mai elementare cerințe de coerență. O înțelegere corectă a conceptului științei normale — rezolvare de probleme *puzzle* condusă de paradigme — pare să fie prima condiție a unei lecturi satisfăcătoare a ultimelor capitole ale cărții, cele consacrate descrierii revoluțiilor științifice și deznodământului episoadelor revoluționare. Ne găsim în fața unei descrieri deosebit de provocatoare, care a suscitat reacții critice din cele mai vehemente. Laitmotive ce revin persistent în aceste reacții sunt acuzații de iraționalism, subiectivism, relativism, subminare a autorității cognitive a științei, estomparea sau chiar ștergerea unora din contururile ce disting evoluția științei de evoluția altor domenii de activitate creatoare cum ar fi filozofia sau artele. Kuhn și-a exprimat nu o dată uimirea pe care i-o stârneau asemenea critici și a subliniat, nu o dată cu ironie, că mulți din criticii săi par să fi citit o altă carte și să se lupte, prin urmare, cu un om de paie.[39]

---

[38] Semnificative în această privință sunt criticile formulate de filozoful american Larry Laudan, care crede, ca şi Kuhn, că teoria cunoaşterii ştiinţifice trebuie aşezată pe fundamentul ferm pe care îl oferă datele istoriei ştiinţei şi examinarea practicii cercetării din zilele noastre. Trecerea timpului nu a schimbat câtuşi de puţin situaţia, aşa cum se poate constata comparând prezentarea poziţiei lui Kuhn în cartea mai veche a lui Laudan, *Progress and its Problems* (1977), şi în cea recentă, *Beyond Positivism and Relativism* (1996).

[39] „Sunt tentat să postulez existenţa a doi Thomas Kuhn. $Kuhn_I$ este autorul acestui text şi a unui alt articol de la începutul volumului de faţă. (Este vorba de „Logica descoperirii sau psihologia cercetării?“, un articol în care Kuhn delimitează punctul său de vedere asupra naturii cunoaşterii

Kuhn a apreciat, totodată, că problematica tratată în aceste capitole suportă precizări, nuanţări şi chiar noi elaborări şi dezvoltări în anumite direcţii. Acestei problematici el i-a consacrat, de fapt, ultimii 10–15 ani ai vieţii sale. Referindu-se la caracterizarea pe care a dat-o, în controversata sa lucrare publicată în 1962, revoluţiei ştiinţifice drept o alegere între alternative incomensurabile, Kuhn va scrie treizeci de ani mai târziu: „Şi chiar pentru cei ce au înţeles intenţia mea, cartea spune puţine lucruri de natură constructivă cu privire la modul cum are loc tranziţia dintre stadii succesive şi despre ceea ce ar putea constitui semnificaţia ei cognitivă. Pot să tratez acum mai bine aceste subiecte, şi altele legate de ele, iar cartea la care lucrez în prezent va avea multe de spus despre ele."[40]

Voi aminti doar câteva din motivele ce domină descrierea dată revoluţiilor ştiinţifice în *bestseller*-ul lui Kuhn, insistând asupra direcţiei evoluţiei ideilor sale, aşa cum se întrevede ea în textele mai târzii.

Revoluţiile ştiinţifice sunt episoade excepţionale în evoluţia unei ştiinţe mature, episoade în care paradigma sau paradigmele unui grup disciplinar sunt înlocuite cu altele. Revoluţiile ştiinţifice inaugurează astfel noi tradiţii de cercetare normală. Acele schimbări radicale ale opţiunilor profesionale pe care le aduc cu sine revoluţiile ştiinţifice conduc, de regulă, la divizarea unor grupuri şi comunităţi disciplinare, precum şi la apariţia unor grupuri noi. Odată cu aceasta, are loc o schimbare a problemelor ştiinţifice socotite legitime, precum şi a evaluării urgenţei şi însemnătăţii

---

ştiinţifice de cel formulat în lucrările lui Karl Popper — nota mea — M. F.). El a mai publicat o carte intitulată *Structura revoluţiilor ştiinţifice*, despre care discută el şi doamna Masterman. $Kuhn_2$ este autorul altei cărţi cu acelaşi titlu. Este cel citat aici în mod repetat de către Sir Karl Popper, ca şi de profesorii Feyerabend, Lakatos, Toulmin şi Watkins. Că ambele cărţi poartă acelaşi titlu nu poate fi un fapt cu totul accidental pentru că punctele de vedere pe care le prezintă ele se suprapun adesea şi sunt, în orice caz, exprimate în aceleaşi cuvinte. Trebuie însă să conchid că preocupările lor centrale sunt de obicei foarte diferite. Aşa cum este prezentat de criticii săi, $Kuhn_2$ pare să facă, din când în când, afirmaţii ce răstoarnă aspecte esenţiale ale poziţiei schiţate de cel cu acelaşi nume" (*Reflections on My Critics*, în *op. cit.*, p. 231).

[40] Th. S. Kuhn, *Afterwords*, în *op. cit.*, p. 314.

relative a problemelor recunoscute. Schimbarea de perspectivă pe care o aduce revoluția științifică în comunitatea practicienilor cercetării este comparată de Kuhn cu schimbarea *gestalt*-ului vizual: pus în fața aceloraşi configurații, privitorul va putea recunoaşte în ele lucruri esențial diferite.

În tranziția revoluționară are loc, prin urmare, o transformare a lumii în care este efectuată cercetarea științifică, în sensul că oamenii de știință văd lucruri noi când examinează acelaşi domeniu de obiecte folosind aceleaşi instrumente.[41] O asemenea schimbare este comparată cu schimbarea ce survine în modul de a vedea şi de a gândi al omului care se converteşte. Această analogie, ca şi compararea revoluțiilor științifice cu revoluțiile politice vor deveni ținte predilecte ale criticilor lui Kuhn. Mulți dintre aceştia nu acordă atenția cuvenită distincției dintre revoluțiile științifice, ca schimbări ale paradigmelor cercetării, şi revelațiile științifice înțelese drept tranziții de la o teorie fundamentală la alta. Şi totuşi, Kuhn nu oboseşte să-şi prevină cititorii în această privință. O înlocuire a exemplelor concrete de rezolvare a problemelor ce conduc cercetarea, subliniază el, va fi resimțită drept revoluționară doar de membrii unui grup disciplinar uneori foarte restrâns. Kuhn scria, în *Post-scriptum*-ul cărții sale, că o asemenea schimbare „nici nu trebuie să pară revoluționară celor din afara unei singure comunități, compuse poate din mai puțin de douăzeci şi cinci de oameni". Pentru aceştia se schimbă, înainte de toate, acele exemple concrete de formulare şi rezolvare a problemelor care îi conduc în stabilirea asemănărilor ce fac posibilă gruparea sub anumite concepte a obiectelor şi situațiilor pe care le examinează. Ceea

---

[41] Iată doar câteva considerații asupra acestei teme, care pot fi găsite la începutul capitolului X: „Ceea ce erau rațe în lumea omului de știință sunt iepuri după revoluție... Privind la o fotografie luată într-o cameră cu bule, studentul vede linii confuze şi întrerupte, iar fizicianul o înregistrare a unor evenimente subnucleare elementare... lumea în care intră atunci studentul este determinată împreună de mediu şi de o anumită tradiție de știință normală în care el a fost pregătit să lucreze. De aceea, în perioada de revoluție, când se schimbă tradiția de știință normală, modul în care omul de știință îşi percepe mediul trebuie reeducat... în unele situații familiare, el trebuie să învețe să vadă un nou *gestalt*."

ce se schimbă în primul rând, aşadar, este cunoaşterea tacită cuprinsă în paradigme, acea cunoaştere care face posibilă surprinderea şi utilizarea de către cercetători a apropierilor neaparente între probleme ştiinţifice distincte, atunci când ei nu pot da un răspuns la întrebarea „asemănător în raport cu ce?“.[42] Acestea sunt precizări deosebit de importante. Dacă *revoluţiile ştiinţifice*, în sensul mai tradiţional şi popular al acestei expresii, sunt evenimente excepţionale, apoi în descrierea pe care le-o dă Kuhn ele apar drept o trăsătură constantă a dezvoltării gândirii ştiinţifice.

În ultima parte a vieţii sale active, Kuhn şi-a concentrat eforturile spre clarificarea şi explicarea a ceea ce a avut în vedere atunci când a caracterizat revoluţia ştiinţifică drept o alegere între alternative incomensurabile. El va caracteriza ideea incomensurabilităţii tradiţiilor de cercetare despărţite printr-o revoluţie ştiinţifică drept subiectul cel mai puţin clarificat în cartea sa, deşi acest subiect a stat în centrul controverselor pe care le-a iscat cartea. Din acest unghi de vedere, *Structura revoluţiilor ştiinţifice* a putut fi apreciată drept o prezentare a unui proiect de cercetare aflat într-un prim stadiu al elaborării sale.[43]

Kuhn aprecia retrospectiv că descoperirea incomensurabilităţii tradiţiilor de cercetare ce se succedă în evoluţia unei discipline mature a fost primul pas în elaborarea concepţiei pe care a schiţat-o în cartea sa. Iar în ultimii ani ai vieţii, el a caracterizat incomensurabilitatea drept „inovaţia centrală“ pe care o propune cartea.[44] Această afirmaţie este o recunoaştere a faptului că tocmai sâmburele tare de noutate al cărţii a fost elaborat şi clarificat în cea mai mică măsură. Consideraţii destul de fugitive, cuprinse în capitolul XII intitulat „Deznodământul revoluţiilor“, se încheie cu o concluzie care le-a apărut de-a dreptul scandaloasă multora din criticii cărţii lui Kuhn: „Tocmai pentru că este o tranziţie între incomensurabile, trecerea de la o paradigmă la o alta rivală nu poate

---

[42] Vezi în această privinţă *Reflections on My Critics*, în *op. cit.*, pp. 274–276 şi, îndeosebi, articolul „Noi reflecţii despre paradigme“ din volumul *Tensiunea esenţială*.

[43] Vezi J. Z. Buchwald, G. E. Smith, *Thomas Kuhn, 1922–1996*, p. 368.

[44] Vezi *Afterwords*, în *op. cit.*, pp. 314–315.

fi făcută pas cu pas, constrânsă de logică şi de o experienţă neutră.“ În cele ce urmează, voi încerca să arăt că o asemenea afirmaţie poate fi înţeleasă în feluri sensibil diferite.

Termenul *incomensurabilitate* este folosit în matematică pentru a denumi relaţia dintre mărimi ce nu pot fi comparate în termenii unei unităţi de măsură comune. În elaborări cuprinse în lucrări mai târzii, Kuhn utilizează termenul cu deosebire pentru a desemna un anumit tip de relaţie dintre limbajele cercetătorilor care lucrează conducându-se după paradigme diferite.[45] Incomensurabilitatea paradigmelor este una *locală* deoarece mulţi dintre termenii limbajului sunt folosiţi în acelaşi fel de către oamenii ce practică cercetarea pe baza unor paradigme incomensurabile. Doar un mic grup de termeni ce vor fi definiţi, de regulă, unul prin celălalt, precum şi propoziţiile în care apar vor avea utilizări esenţial diferite în cele două limbaje. Aceştia sunt termenii care nu vor putea fi traduşi într-un mod satisfăcător în limbajul cercetătorilor care adoptă o altă paradigmă. Rezultă că istoricii ştiinţei nu vor putea să descrie în mod adecvat teoriile şi paradigmele din trecutul unei discipline în limbajul ei actual, tot aşa cum antropologii de teren nu reuşesc să redea fără pierderi şi deformări toate caracteristicile unei culturi exotice în limbajul formei de viaţă căreia îi aparţin. În acest punct al argumentării sale, Kuhn insistă asupra distincţiei dintre *traducere* şi *interpretare*. Cel care traduce stăpâneşte ambele limbaje şi-şi propune să producă în unul dintre ele un text perfect echivalent din punctul de vedere al folosirii expresiilor cu cel pe care îl traduce. Istoricii ştiinţei sau antropologii de teren nu sunt, prin urmare, traducători, ci interpreţi. Interpretul cunoaşte un limbaj şi se străduieşte să înveţe un altul, formulând în limbajul pe care îl cunoaşte ipoteze asupra folosirii expresiilor în celălalt limbaj,

---

[45] Referindu-se la componentele teoretice ale paradigmelor, Kuhn scrie: „Aplicând termenul «incomensurabilitatea» la teorii am vrut doar să insist asupra faptului că nu există un limbaj comun în cadrul căruia ambele să poată fi complet exprimate şi care să poată fi folosit, ca urmare, în compararea punct cu punct a teoriilor.“ (Th. S. Kuhn, „Schimbarea teoriei ca schimbare de structură“, în antologia *Istoria ştiinţei şi reconstrucţia ei conceptuală*, selecţie şi traducere de I. Pârvu, Editura ştiinţifică şi enciclopedică, 1981, p. 482.)

pe baza observării comportării vorbitorilor acestuia. Tocmai deoarece organizarea conceptuală pe care o primesc experienţele vorbitorilor în două limbaje poate fi sub anumite aspecte esenţial diferite, interpretul nu va putea traduce în limbajul său toate expresiile din limbajul pe care încearcă să-l înveţe. În acest caz, cele două limbaje vor fi caracterizate drept *incomensurabile*. Limbajul chimiei flogisticului este, bunăoară, incomensurabil cu limbajul actual al chimiei în sensul că nu toate expresiile primului limbaj pot fi traduse în cel de al doilea. Istoricul ştiinţei, în calitate de interpret, poate formula în limbajul ştiinţific actual ipoteze cu privire la referinţa unor termeni ai limbajului vechii teorii, procedând într-un mod asemănător cu modul în care procedează antropologul de teren care observă comportarea lingvistică a băştinaşilor. Traducând un text reprezentativ scris în limbajul chimiei flogisticului, istoricul ştiinţei va trebui să lase anumite spaţii goale. Prin urmare, textul pe care îl va produce nu va putea fi socotit o *traducere* în sensul strict al termenului.[46] Iată şi un alt exemplu. În mecanica lui Newton, folosirea corectă a termenilor *masă* şi *forţă* este legată de învăţarea legii a doua, care formulează o anumită relaţie între aceşti termeni. Termenii nu vor putea fi traduşi în limbajul mecanicii relativiste, un limbaj în care legea a doua a lui Newton nu mai este valabilă. Concluzia lui Kuhn este, aşadar, că istoricul ştiinţei nu *traduce*, ci *interpretează* texte ştiinţifice mai vechi. Acesta trebuie mai întâi să înveţe să citească aceste texte pentru a-i învăţa şi pe alţii să le citească.[47] (Este ceea ce a realizat tânărul Kuhn atunci când a învăţat să citească *Fizica* lui

---

[46] Ph. Kitcher, unul din criticii tezei incomensurabilităţii, observă că referinţa termenului „flogistic" ar putea fi redată în limbajul actual, în unele contexte prin expresia „substanţă emanată de corpurile care ard", în alte contexte prin „principiul metalizator", şi în alte contexte prin alte expresii ale limbajului ştiinţific de astăzi. Va trebui să redăm, aşadar, referinţa uneia şi aceleiaşi expresii a limbajului chimiei flogisticului prin expresii diferite. Aceeaşi este şi situaţia altor termeni ce pot fi definiţi doar în relaţie cu termenul „flogistic". Rezultă că ceea ce vom obţine va fi mai puţin decât o traducere.

[47] Vezi Th. S. Kuhn, *Comensurability, Comparability, Comunicability*, P.S.A., vol. 2, 1983, p. 677.

Aristotel.) Limbajele tradițiilor de cercetare ce se succedă în istoria unei discipline științifice sunt purtătoarele unor rețele conceptuale parțial diferite, a unor moduri local diferite de a organiza experiențele. Ele divid în mod diferit una şi aceeaşi lume. În acele locuri în care taxonomiile acestor limbaje nu sunt identice, o comunicare deplină între cei ce lucrează în cadrul acestor tradiții nu mai este posibilă. Pentru a se face mai bine înțeles, Kuhn subliniază că există disparități conceptuale, aşadar incomensurabilitate, chiar şi între mici porțiuni ale limbajelor naturale vorbite de comunități foarte apropiate din punct de vedere cultural, cum sunt cele ale vorbitorilor englezei și francezei. Un cuvânt francez ca *esprit* nu va putea fi tradus într-un mod deplin satisfăcător în engleză. Echivalente pentru el, în diferite contexte, sunt *spirit, aptitude, intelligence, judgement, wit* şi alte expresii. Traducătorul va prefera una sau alta din aceste expresii, pierzând astfel unele nuanțe ale cuvântului francez. Iar explicațiile pe care le va da pentru a justifica modul în care traduce acest cuvânt, într-un context sau altul, nu vor fi părți ale traducerii sale.[48] Ca şi în viața de fiecare zi, în știință folosirea cuvintelor se învață prin raportare la situațiile concrete în care ele sunt folosite precum şi prin raportare la alte cuvinte. În măsura în care rețelele conceptuale sau taxonomiile a două limbaje nu se suprapun în mod complet, traducerea satisfăcătoare a unuia în celălalt nu va fi posibilă. Un alt limbaj va putea fi însă învățat urmărind cu atenție felul în care sunt folosite expresiile, adică procedând aşa cum procedează copiii când învață limba maternă. Într-o asemenea situație se vor afla nu numai istoricii ştiinței, ci şi membrii unor grupuri disciplinare care împărtășesc paradigme diferite. Ei pot, desigur, comunica unii cu alții. Comunicarea nu este însă deplină deoarece paradigmele lor sunt incomensurabile.[49] Este important de subliniat că o asemenea caracterizare

---

[48] Vezi, *Ibidem*, pp. 679–680. Pentru alte exemple de acest fel, vezi Th. S. Kuhn, *Response to Comentaries*, în acelaşi volum, pp. 713–714.

[49] „Incomensurabilitatea este o noțiune ce apare la mine pornind de la încercări de a înțelege pasaje aparent lipsite de sens din scrieri științifice vechi. De obicei, ele au fost socotite drept o dovadă a opiniilor confuze sau greşite ale autorului. Experiențele mele m-au condus spre afirmația că aceste

a incomensurabilității paradigmelor nu exclude posibilitatea ca un cercetător sau un istoric al științei să învețe, în cele din urmă, foarte bine limbajul cercetătorilor ce împărtăşesc alte paradigme. Învățând limbajul chimiei flogisticului, un cercetător din zilele noastre ar putea înțelege o practică a cercetării chimice sub multe aspecte diferită, și ar putea, eventual, participa la o asemenea practică.[50]

În această elaborare, teza incomensurabilității nu pare să ofere puncte de sprijin pentru viziuni relativiste extreme care contestă obiectivitatea cunoaşterii ştiinţifice. Un critic al lui Kuhn va merge chiar mai departe afirmând că din perspectiva unei asemenea înțelegeri a tezei incomensurabilității — incomensurabilitatea ca disparitate conceptuală — descrierea dată de Kuhn revoluțiilor ştiinţifice nu ar mai fi incompatibilă cu empirismul ortodox, aşa cum a părut să fie în versiunea ei inițială (!). Sugestia este că teza incomensurabilității paradigmelor ar fi fost astfel considerabil slăbită în raport cu versiunea ei originală. În scrierile sale târzii, Kuhn nici nu a confirmat, nici nu a respins asemenea sugestii. El s-a mulțumit să observe că incomensurabilitatea, ca element central al concepției sale asupra evoluției ştiinţei, a fost de la început un punct de vedere considerabil mai moderat decât au presupus mulți dintre criticii săi.

Raportându-ne la afirmații din *Structura revoluțiilor științifice* cum ar fi aceea că tranziția de la o paradigmă la alta, care este incomensurabilă cu prima, nu poate fi făcută pas cu pas, sub presiunea unor argumente logic constrângătoare și a unor fapte presupuse a fi neutre sau că cercetătorul care reuşeşte să realizeze o asemenea tranziție trăieşte experiența celui care se converteşte, putem distinge, cred, destul de clar între două planuri în care are loc argumentarea acestor afirmații. Primul dintre aceste planuri

---

pasaje au fost, dimpotrivă, citite greşit..." Şi mai departe: „Incomensurabilitatea devine astfel un fel de intraductibilitate localizată într-o arie sau alta în care două taxonomii lexicale diferă." (Th. S. Kuhn, *The Road since Structure,* în *op. cit.*, pp. 4 şi 5.)

[50] „Rupturi de comunicație sunt astfel inevitabile şi pentru a le evita omul care vorbeşte două limbaje trebuie să-şi amintească tot timpul ce dicționar este în acțiune, în ce comunitate se produce discursul." (*Ibidem*, p. 9.)

este cel al interpretării incomensurabilității în termeni psiho-sociologici. Această interpretare se profilează îndeosebi în *Post-scriptum*-ul lui Kuhn şi în unele din textele reunite în volumul *Tensiunea esențială*, cum sunt „Logica descoperirii sau psihologia cercetării?“ şi „Noi reflecții despre paradigme“. În lucrări mai târzii, accentul va cădea pe elaborarea unei înțelegeri conceptual-lingvistice a tezei incomensurabilității paradigmelor, ale cărei contururi generale am încercat să le schițez mai sus.[51]

În centrul interpretării psiho-sociologice stă conceptul *cunoaştere tacită cuprinsă în paradigme*. Kuhn afirmă că oamenii care practică cercetarea ştiințifică conduşi de paradigme distincte au o programare nervoasă parțial diferită. Aceasta face ca ei să reacționeze la aceiaşi stimuli cu percepții diferite. Privind din acelaşi punct, în aceeaşi direcție, ei vor putea vedea lucruri diferite. Într-o zonă determinată, ei nu își vor putea, prin urmare, discuta divergențele prin raportare la experiențe neutre în raport cu paradigmele pe care le împărtăşesc. În cel mai bun caz, unii din membrii grupului disciplinar care se sprijină pe vechea paradigmă vor putea realiza tranziția spre un nou mod de a vedea o parte din lumea cercetării lor. Dar nici în acest caz ei nu vor putea compara noul fel de a vedea lucrurile cu cel de mai înainte, pe care l-au pierdut în mod iremediabil. Din acest punct de vedere va fi justificată caracterizarea tranziției ca o schimbare de tip *gestalt*, o schimbare care, spre deosebire de alte schimbări de acest tip, va fi încă ireversibilă. Explicată în termenii deosebirilor dintre cunoaşterea cuprinsă în paradigme, incomensurabilitatea se va exprima mai ales în deosebiri semnificative în ceea ce priveşte identificarea problemelor cercetării, a însemnătății şi urgenței relative a acestora şi în evaluarea dată de către grupul disciplinar soluțiilor acestor probleme. Citirea descrierii pe care o dă cartea revoluțiilor ştiințifice în registrul psiho-sociologic pare să fie în

[51] Kuhn mărturiseşte în ultimul său text publicat: „Efortul de a o înțelege şi rafina (este vorba de ideea incomensurabilității — M. F.) a constituit preocuparea mea centrală şi tot mai obsesivă timp de treizeci de ani, iar în ultimii cinci ani am realizat ceea ce socotesc a fi o serie rapidă de progrese semnificative“ (*Afterwords*, p. 315).

cea mai mare măsură responsabilă de impresia că autorul ei ar contesta raţionalitatea cunoaşterii ştiinţifice, propunându-le un punct de vedere subiectivist şi radical relativist. Criticii au în minte afirmaţii cum sunt cele care pot fi întâlnite în Capitolul X: „...În timpul revoluţiilor ştiinţifice, oamenii de ştiinţă văd lucruri noi şi diferite când examinează cu instrumente familiare zone pe care le-au examinat mai înainte... ca şi cum comunitatea profesională a fost dintr-odată transportată pe altă planetă..." sau în Capitolul XII: „Transferul de la o paradigmă la alta este o experienţă de convertire ce nu poate fi forţată. Rezistenţa de o viaţă, mai ales din partea celor ale căror cariere productive i-au legat de o tradiţie mai veche de ştiinţă normală, nu este o violare a standardelor ştiinţei, ci un indicator al înseşi naturii cercetării ştiinţifice."

În ce sens este interpretarea psiho-sociologică a tezei incomensurabilităţii o interpretare mai radicală şi, prin urmare, mai greu de acceptat în mediul filozofiei analitice a ştiinţei se poate vedea mai bine examinând dezvoltările pe care le-a cunoscut ea în lucrările altor autori, care încearcă să construiască pornind de la sugestii pe care le conţine *Structura revoluţiilor ştiinţifice*. Pe deplin reprezentativă, în acest sens, mi se pare a fi o carte recentă al cărei titlu este deja simptomatic.[52] Autorul ei introduce conceptele psihologice *obişnuinţe de gândire* şi *intuiţii*. El caracterizează obişnuinţele de gândire, ca şi obişnuinţele de comportare, drept programări neuronale. Tot ceea ce este în acord cu obişnuinţe de gândire profund înrădăcinate va fi socotit intuitiv evident. Obişnuinţele de gândire reprezintă bariere mintale. Înlocuirea unei paradigme cu alta este un anumit gen de schimbare a obişnuinţelor de gândire. Asemenea obişnuinţe sunt greu de identificat şi de caracterizat deoarece ele nu sunt, în genere, accesibile introspecţiei. Obişnuinţele de gândire trebuie, aşadar, distinse de punctele de vedere conştiente. Ele pot fi totuşi scoase la iveală determinând lucrurile pe care membrii unui grup specializat le consideră

---

[52] H. Margolis, *Paradigms and Barriers. How Habits of Mind Govern Scientific Belief?*, The University of Chicago Press, Chicago and London, 1993. În prefaţă, autorul subliniază „imensa îndatorire intelectuală" pe care o are faţă de Kuhn.

garantate şi, respectiv, problematice. În acest fel putem explicita ceva esenţial din cunoaşterea tacită a grupului. Punerea în evidenţă a unora din obişnuinţele de gândire şi intuiţiile caracteristice grupurilor ştiinţifice disciplinare ne oferă posibilitatea să înţelegem mai bine de ce în controversele dintre membrii proeminenţi ai acestor grupuri argumentele vor fi pronunţat circulare. Anumite argumente produse de oamenii de ştiinţă vor fi constrângătoare doar pentru cei ce împărtăşesc aceleaşi obişnuinţe de gândire. Tocmai acestea pot să dea socoteală de comunicarea deosebit de fluentă în cadrul grupurilor şi de convergenţa accentuată a evaluărilor profesionale la care ajung membrii lor. Obişnuinţele de gândire constituie, prin urmare, sursa profundă a ataşamentului faţă de o anumită tradiţie de cercetare şi o barieră în calea înţelegerii unei tradiţii de cercetare diferită. Margolis crede că ele ne indică ceea ce are în vedere Kuhn când vorbeşte de incomensurabilitatea paradigmelor, de ruptura de comunicare între cercetători ce împărtăşesc paradigme diferite, precum şi de caracterul circular pe care îl are argumentarea în favoarea unei paradigme. Aceste consideraţii generale sunt susţinute prin studii istorice de caz. Unul dintre acestea este consacrat tranziţiei de la chimia flogisticului la cea a oxigenului, o tranziţie care a avut loc la sfârşitul secolului al XVIII-lea. Se menţionează că în anul 1776 Lavoisier şi alţi cercetători reuşiseră să identifice acea parte a aerului care este responsabilă de creşterea greutăţii corpurilor arse sau calcinate. Priestley a numit-o „aer deflogisticat“, Scheele „aer de foc“, iar Lavoisier „oxigen“. Nici unul din ei nu a considerat, în acel moment, că descoperirea noii substanţe este incompatibilă cu existenţa flogisticului. Aşadar, ceea ce din perspectiva ştiinţei actuale, pe care o exprimă deosebit de clar manualele şi tratatele, apare drept un fapt care răstoarnă teoria flogisticului nu a fost perceput în acest fel de cei mai eminenţi cercetători de atunci. Lavoisier însuşi a exprimat doar unele îndoieli privitoare la existenţa flogisticului şi nu a mai revenit asupra acestei chestiuni până în anul 1783. În acel an, Lavoisier aflase de descoperirea încă nepublicată a lui Cavendish, şi anume că substanţele numite „aer inflamabil“ (hidrogenul) şi respectiv „aer deflogisticat“ (oxigenul) puse în contact produc apa. Sub influenţa acestei descoperiri, Lavoisier

va susţine în mod hotărât că toate fenomenele combustiei şi calcinării pot fi explicate mai simplu fără a se postula existenţa flogisticului. De ce a fost contestată abia acum existenţa flogisticului, în ciuda faptului că Lavoisier ar fi putut explica mai simplu respiraţia, fermentaţia, combustia şi calcinarea cu referire la ceea ce el a numit „oxigen"? Răspunsul lui Margolis este că abia acum a putut fi înlăturată din mintea unor cercetători cum a fost Lavoisier o barieră mintală inconştientă, şi anume supoziţia că orice proces de ardere va emana în aer o substanţă. Chimiştii care nu au putut îndepărta această barieră nu l-au urmat atunci pe Lavoisier. Ei au avut bune motive să nu o facă de vreme ce puteau interpreta toate experienţele chimice cunoscute pe atunci în cadrele chimiei flogisticului. Bariera, subliniază Margolis, a fost unică şi una tacită. Cei ce stăteau de o parte şi de alta a barierei vedeau lucrurile în mod diferit. Acesta ar fi tocmai sensul în care Kuhn vorbeşte de incomensurabilitatea paradigmelor şi de ruptura de comunicaţie dintre cercetători care lucrează sprijinindu-se pe paradigme diferite.[53]

Interpretarea lingvistică a tezei incomensurabilităţii tradiţiilor de cercetare, o interpretare dezvoltată de Kuhn în lucrări mai târzii, aruncă o lumină nouă asupra unor pasaje din *Structura revoluţiilor ştiinţifice* consacrate tranziţiilor revoluţionare şi a fost apreciată de către unii comentatori drept o dezvoltare într-o nouă direcţie a tezei incomensurabilităţii. Astfel, Paul Hoyningen-Huene, în cunoscuta sa carte *Die Wissenschaftsphilosophie Thomas S. Kuhns* (1989), tradusă în engleză în anul 1993, consideră că *paradigma* ar fi fost înlocuită în lucrări ale autorului *Structurii revoluţiilor ştiinţifice* consacrate clarificării ideii incomensurabilităţii cu termeni mai precişi, de natură lingvistică, cum sunt *dicţionar* şi *structură lexicală*. În măsura în care structurile lexicale, adică reţelele conceptuale a două grupuri disciplinare, nu se suprapun în întregime, ele vor fi caracterizate de către Kuhn drept incomensurabile. Potenţialul provocator pe care îl are conceptul incomensurabilităţii în interpretarea lui psiho-sociologică ar fi fost în acest fel considerabil atenuat. Autorii articolului omagial publicat

---

[53] Vezi H. Margolis, *op. cit.*, îndeosebi pp. 43–66.

după moartea lui Kuhn în revista americană *Philosophy of Science* cred că interpretarea pe care am numit-o *lingvistică* conferă conceptului de incomensurabilitate o precizie sporită şi restrânge în acelaşi timp domeniul de aplicare. Autorii exprimă, totodată, opinia că noua versiune „nu este atât de mult o revizuire a *Structurii*, cât o mai adâncă analiză a reajustărilor conceptuale care marchează istoria ştiinţei“.[54] Compararea versiunii lingvistice a tezei incomensurabilităţii cu cea psiho-sociologică susţine, cred, o asemenea apreciere. Rămâne în schimb deosebit de problematică afirmaţia unor critici, ca Ph. Kitcher, care susţin că dacă ceea ce spune Kuhn despre schimbările conceptuale în ştiinţă în scrieri mai târzii este corect, atunci cel puţin unele din afirmaţiile pe care le face în cele două ediţii din 1962 şi 1970 ale cărţii sale vor trebui considerate incorecte.[55] Problematică nu numai în sensul că ultimele scrieri publicate de Kuhn nu oferă puncte de sprijin pentru presupunerea că dezvoltarea interpretării lingvistice a incomensurabilităţii ar fi în vreun fel incompatibilă cu descrierea tranziţiilor revoluţionare în cele două ediţii ale cărţii sale. Căci Kuhn va respinge în mod explicit o asemenea sugestie în ultimul său text publicat: „Acelaşi principiu al nesuprapunerii... îl împiedică pe cel care locuieşte într-o lume să importe unele din legile care o guvernează pe cealaltă. Problema nu este că legi adevărate într-o lume ar putea fi false în alta, ci că ele pot fi greu de descris, inaccesibile unei examinări atente de ordin conceptual şi observaţional. Ceea ce punctul meu de vedere relativizează prin raportare la lumi şi practici este posibilitatea descrierii, şi nu adevărul. Această formulare este compatibilă cu călătoria dintr-o lume în alta: un fizician al secolului XX poate intra, să zicem, într-o lume a fizicii secolului al XVIII-lea sau a chimiei secolului XX. Dar acest fizician nu va putea practica cercetarea în nici una din aceste lumi fără a o abandona pe cea din care vine.“[56] Cu atât mai puţin plauzibile par aserţiunile unui critic de ultimă oră, care susţine că

[54] J. Z. Buchwald, G. E. Smith, *op. cit.*, p. 375. Cititorul interesat să-şi formeze o părere în această privinţă poate citi cu folos ultimele precizări ale lui Kuhn cu privire la acest subiect din *Afterwords*, în *op. cit.*, pp. 315–329.

[55] Vezi Ph. Kitcher, *op. cit.*, p. 689.

[56] *Afterwords*, p. 336.

versiunea lingvistică a incomensurabilităţii avansată de Kuhn ar fi „atât de puţin polemică încât pare să fie lipsită de interes“ şi că nu ar avea „nici un punct de contact cu noţiunea pe care o discută în *Structura*“.[57] Or, tocmai acceptarea unei asemenea observaţii a putut conduce la concluzia, preluată şi de alţi autori, că în timp ce ideea incomensurabilităţii în *Structura revoluţiilor ştiinţifice* ar fi un punct de vedere nou, provocator, dar de nesusţinut, versiunea ei mai târzie ar reprezenta un punct de vedere acceptabil, dar cu totul banal. În acest sens, Maudlin face distincţia dintre „un Kuhn moderat şi un Kuhn lipsit de moderaţie“.[58]

Angajarea lui Kuhn în direcţia elaborării şi dezvoltării a ceea ce am caracterizat drept o interpretare lingvistică a revoluţiilor ştiinţifice nu răspunde doar intenţiei de a oferi o nouă întemeiere, şi în acest fel o mai bună apărare a ideii incomensurabilităţii tradiţiilor de cercetare ştiinţifică. Ea oglindeşte şi preocuparea lui, tot mai evidentă odată cu trecerea timpului, de a deplasa discuţia din domeniul descrierilor şi generalizărilor factuale pe un plan conceptual, şi de a intra astfel în dialog, pe propriul lor teren, cu filozofii ştiinţei de orientare analitică. Simptomatică pentru această intenţie pare să fie reluarea repetată a unei teme standard în filozofia analitică a ştiinţei: alegerea teoriei (*theory choice*).

Kuhn nu contestă câtuşi de puţin punctul de vedere larg împărtăşit că oamenii de ştiinţă aleg între teorii în competiţie examinându-le şi comparându-le din puncte de vedere cum ar fi precizia predicţiilor, consistenţa internă, puterea de cuprindere şi forţa explicativă, capacitatea de a ne conduce la cunoaşterea unor fapte noi, fertilitatea sau simplitatea matematică. Ceea ce pune în evidenţă un studiu atent al realităţii vieţii ştiinţifice este însă că aceste puncte de vedere din care sunt comparate teoriile în competiţie nu funcţionează în calitate de reguli metodologice care ar putea determina în mod univoc o anumită alegere, ci în calitate

---

[57] T. Maudlin, *op. cit.*, pp. 430 şi 444.

[58] Vezi şi caracterizarea poziţiei lui Kuhn în A. Sokal, J. Bricmont, *Impostures intellectuelles*, Editions Odile Jacob, Paris, 1997, p. 74. Pentru o replică, vezi şi M. Flonta, „Afacerea Sokal şi critica relativismului epistemologic contemporan“, studiu introductiv la Gh. S. Părăoanu, *Tranziţii ontologice*, Editura All, 1998, pp. 14–20.

de valori care o influenţează. Valorile ştiinţifice nu sunt însă aceleaşi în toate grupurile disciplinare şi în diferitele etape ale evoluţiei unei discipline. Ceea ce i se pare lui Kuhn şi mai demn de atenţie este că aceste valori pot fi aplicate în mod diferit de către cercetători care sunt deopotrivă de scrupuloşi şi de sincer interesaţi în cunoaşterea adevărului şi că, în cazul când decizia recomandată de raportarea la o anumită valoare este diferită de cea la care ne conduce o altă valoare, oamenii de ştiinţă care acordă prioritate unor valori diferite vor fi conduşi spre alegeri diferite. Alegerile sunt, aşadar, influenţate de recunoaşterea unor valori, fără să fie determinate de aderenţa cercetătorului la un anumit sistem de valori. Oamenii de ştiinţă care se orientează în alegerea teoriilor după aceleaşi valori pot ajunge astfel la concluzii diferite. Alegerea pe care o fac ei va depinde, prin urmare, atât de consideraţii obiective, cât şi de înclinaţii subiective.[59] Cu alte cuvinte, cercetătorii vor avea bune temeiuri pentru a prefera una din teoriile în competiţie, dar aceste temeiuri nu vor fi constrângătoare. Atât timp cât alegeri diferite vor putea fi apărate cu argumente rezonabile, comunitatea disciplinară va fi divizată în grupuri care vor explora resursele unor teorii alternative. Situaţiile de acest fel nu sunt doar inevitabile, ci şi deziderabile în măsura în care ele previn riscul ca toate eforturile să fie concentrate într-o direcţie ce s-ar putea dovedi greşită. „Dacă o decizie trebuie să fie luată în împrejurări în care chiar şi cea mai prevăzătoare şi circumspectă judecată poate să fie greşită, atunci faptul că diferiţi indivizi iau decizii diferite poate avea o însemnătate vitală. Cum altfel ar putea

---

[59] Pentru un studiu de caz privitor la ponderea diferită care a fost acordată preciziei predicţiilor şi respectiv simplităţii matematice în evaluarea teoriei generale a relativităţii a lui Einstein, vezi M. Flonta, „Poate fi fixat conceptul cunoaşterii ştiinţifice prin raportare la valori cognitive?“, în *Revista de filozofie*, nr. 2, martie–aprilie 1993, pp. 121–134. O analiză amplă a rolului pe care îl pot juca preferinţele subiective ale cercetătorilor în evaluarea meritelor relative ale unor ipoteze concurente, aşa cum s-au exprimat asemenea preferinţe în controverse ce au marcat o epocă agitată pe care a parcurs-o fizica teoretică la începutul secolului XX, vezi G. Holton, *Quanta, Relativity, and Rhetoric*, în G. Holton, *Science and Anti-Science*, Harvard University Press, Cambridge Mass., 1993.

grupul, ca întreg, să-şi îngrădească pariurile?“[60] Decizia finală, o decizie ce aparține grupului disciplinar, va reprezenta bilanțul rezultatelor obținute prin explorări întreprinse în direcții diferite. De raționalitatea alegerii teoriei nu sunt răspunzători cercetătorii individuali, cât ar fi ei de proeminenți. Raționalitatea este rezultanta interacțiunilor ce au loc într-o perioadă mai scurtă sau mai lungă de timp, înăuntrul grupului ca întreg.

Opțiunea filozofică fundamentală care susține concepția lui Kuhn asupra cunoaşterii ştiinţifice şi-i conferă, totodată, coerență se dezvăluie cu claritate în abordarea problematicii progresului cunoaşterii ştiinţifice. Considerațiile autorului *Structurii revoluțiilor ştiinţifice* asupra acestei problematici cu semnificație filozofică eminentă se grupează în jurul a două mari motive: o delimitare critică față de concepția realistă asupra valorii cunoaşterii ştiinţifice, o concepție ce domină şi astăzi mentalitatea ştiinţifică curentă, şi schițarea unei alternative.

O implicație majoră a viziunii realiste asupra cunoaşterii ştiinţifice o reprezintă caracterizarea progresului ei drept o apropiere continuă a descrierii ştiinţifice de adevăr, înțeles drept corespondență între această descriere şi lumea gândită ca o realitate în sine ce există înainte şi independent de orice descriere. Căutarea răspunsului la întrebarea privitoare la direcția și sensul în care se realizează evoluția istorică a cunoaşterii ştiinţifice pornind de la concepția clasică a adevărului se exprimă cu multă claritate în obişnuințe de gândire adânc înrădăcinate. Una dintre cele mai izbitoare este caracterizarea performanțelor cunoaşterii ştiinţifice drept *descoperiri*, adică drept paşi înainte în direcția dezvăluirii a ceea ce este „învăluit“, „acoperit“. Din această perspectivă a unei apropieri treptate şi continue de adevăr este scrisă de obicei istoria unei discipline în manualele şi tratatele ştiinţifice standard. Referindu-se la dezvoltarea istorică a cercetării ştiinţifice a mişcării, Kuhn observă că manualele ascund „efectul unei reformulări limitate, dar revoluționare a întrebărilor pe care oamenii de ştiinţă le puneau în legătură cu mişcarea, ca şi a răspunsurilor pe care ei erau dispuşi să le accepte. Dar tocmai acest gen de schimbare în

[60] Th. S. Kuhn, *Reflections on My Critics*, în *op. cit.*, p. 241.

formularea întrebărilor şi răspunsurilor este cel care dă seama, mai mult decât noile descoperiri empirice, de tranziţia de la dinamica aristotelică la cea a lui Galilei şi de la aceasta din urmă la cea a lui Newton. Ascunzând asemenea schimbări, tendinţa manualelor de a liniariza dezvoltarea ştiinţei nu face decât să mascheze un proces care stă la baza celor mai semnificative episoade ale dezvoltării ştiinţei.“ Nu puţini teoreticieni contemporani ai cunoaşterii ştiinţifice continuă să susţină cu multă candoare punctul de vedere, încă popular printre cercetători, potrivit căruia valoarea unei descrieri ştiinţifice constă în conformitatea ei cu o realitate în sine.[61] Caracterizând punctul de vedere al realismului ştiinţific drept punctul de vedere că ştiinţa înaintează în direcţia unei acomodări continue a descrierii pe care o dă ea lumii, lumii reale aşa cum este ea în sine, Kuhn afirmă că nu are mai mult sens să spui că limbajul ştiinţei se acomodează continuu lumii reale decât că lumea descrierii ştiinţifice este acomodată unei anumite reţele conceptuale, unui anumit limbaj. Kuhn îşi va caracteriza poziţia filozofică generală drept un kantianism rectificat sau relativizat: orice descriere ştiinţifică a lumii se realizează în cadrul unui anumit sistem de concepte, sistem care se constituie într-un proces de acomodare reciprocă a cadrelor conceptuale şi a idealurilor de cunoaştere locale şi istorice ale unei comunităţi pe de o parte şi a informaţiilor pe care le oferă simţurile, pe de altă parte. Există mai multe *lumi fenomenale*, fiecare din ele fiind constituită prin acţiunea structurantă a unor dicţionare sau scheme conceptuale parţial diferite.[62] Din această perspectivă, termenul *adevăr* va putea

---

[61] Iată doar o singură ilustrare: „În ceea ce priveşte toate punctele importante, Copernic avea dreptate iar Ptolemeu greşea, ca şi Harvey în raport cu Galien şi Lavoisier în raport cu Priestley. Căci până la urmă, de fapt, pământul se învârteşte, sângele circulă, oxigenul este absorbit prin combustie“ (T. Maudlin, *op. cit.*, p. 440).

[62] Vezi Th. S. Kuhn, *Metaphor in Science*, în *op. cit.*, p. 419. Şi mai clar se exprimă Kuhn în această privinţă în una din ultimele sale lucrări. El caracterizează punctul său de vedere drept un *kantianism postdarwinist*. Ca şi conceptele intelectului pur la Kant, acele reţele conceptuale ce disting şi individualizează limbajele diferitelor tradiţii ştiinţifice reprezintă precondiţii ale experienţei. Spre deosebire de categoriile kantiene, structurile conceptuale

fi utilizat în mod legitim doar pentru adecvarea descrierii date lumii în cadrul acelei scheme conceptuale care distinge şi individualizează o tradiţie de cercetare ştiinţifică.[63] Aşa cum a observat în mod pertinent unul din criticii moderaţi ai lui Kuhn, accentele pe care le pun lucrările sale mai târzii ne ajută să înţelegem că *Structura revoluţiilor ştiinţifice* este o scriere îndreptată nu atât împotriva înţelegerii curente a raţionalităţii ştiinţifice, cât împotriva concepţiei realiste asupra valorii ştiinţei şi asupra progresului ştiinţific.[64] La Kuhn, contestarea caracterizării progresului ştiinţific ca apropiere continuă a descrierii ştiinţifice a lumii de adevăr este o consecinţă directă a acceptării incomensurabilităţii paradigmelor şi a distincţiei dintre *traducerea* şi *învăţarea* dicţionarului propriu unei anumite tradiţii de cercetare ştiinţifică. Dacă sistemele de concepte sau dicţionarele care disting două tradiţii de cercetare nu se suprapun în întregime, rezultă că nu are sens să comparăm unele enunţuri formulate în limbajele lor din punctul de vedere al apropierii de adevăr, conceput ca relaţie de corespondenţă a enunţurilor cu stările reale, gândite ca ceva independent de minte, de limbaj, de ceea ce este caracteristic unei forme de viaţă ştiinţifică. Răspunsul la întrebarea dacă un enunţ poate să fie susţinut

---

ale unui limbaj ştiinţific nu reprezintă însă condiţii ale oricărei experienţe posibile. Experienţa ştiinţifică şi descrierea ştiinţifică a lumii în diferite discipline şi în diferite perioade de timp au loc în cadrul unor scheme conceptuale parţial diferite. Unele din aceste scheme sunt mai bine adaptate anumitor scopuri, altele altor scopuri. „Dar nici una dintre ele nu trebuie acceptată ca adevărată sau respinsă drept falsă; nici una din ele nu oferă un acces privilegiat la real, ca opus unei lumi inventate." (Th. S. Kuhn, *The Road since Structure*, p. 12.) J. Hacking (*Representing and Intervening*, pp. 109–110) crede că acest punct de vedere ar putea fi desemnat prin expresia *nominalism transcendental*.

[63] „Dacă am dreptate, atunci «adevăr», ca şi «demonstraţie», este un termen care are aplicaţie doar înăuntrul unei teorii." (*Reflections on My Critics*, în *op. cit.*, p. 266.) Aceeaşi temă revine în *Post-scriptum*: „Cred că nu există un mod independent-de-teorie de a reconstrui expresii ca «realmente acolo»; noţiunea de conformitate între ontologia unei teorii şi corespondentul ei «real» din natură mi se pare acum principial iluzorie."

[64] Vezi E. McMullin, „Rationality and Paradigm Change in Science", în *World Changes*, p. 71.

în mod raţional va putea fi dat, prin urmare, doar în cadrul unei asemenea forme de viaţă. Concluzia? „Fiecare dicţionar face posibilă o formă corespunzătoare de viaţă în cadrul căreia adevărul şi falsitatea propoziţiilor va putea fi afirmată şi justificată raţional, dar justificarea vocabularelor sau a schimbării lexicale poate fi doar una pragmatică."[65]

Care este însă sensul dezvoltării cercetării ştiinţifice dacă el nu este atingerea unui acord tot mai deplin între descrierea ştiinţifică şi o realitate în sine, presupusă a fi obiectul acestei descrieri? Răspunsul lui Kuhn la această întrebare exprimă opţiunea pentru ceea ce el va numi o *concepţie evoluţionistă asupra cunoaşterii*. Este acea concepţie care înlocuieşte caracterizarea progresului ştiinţific ca o evoluţie *spre* un scop ultim şi fixat o dată pentru totdeauna cu înţelegerea lui ca o evoluţie *de la* un anumit punct, *de la* cunoaşterea pe care o furnizează o formă istorică anterioară de viaţă ştiinţifică. Ca şi evoluţia biologică, evoluţia cunoaşterii ştiinţifice este un proces unidirecţional şi ireversibil, dar nu o progresiune spre o stare finală dinainte stabilită. O revoluţie ştiinţifică atrage după sine, de regulă, o creştere a numărului disciplinelor ştiinţifice şi o redefinire a obiectelor cercetării. Succesiunea tradiţiilor de ştiinţă normală, succesiune ce poate fi comparată cu creşterea prin ramificare a unei plante, evidenţiază o evoluţie în direcţia unei delimitări tot mai precise a domeniului cercetării, a restrângerii intereselor de cunoaştere, precum şi a specializării instrumentelor cercetării. Evoluţia spre specializare creează mijloace de cunoaştere tot mai puternice, tot aşa cum evoluţia biologică creează specii care posedă mijloace tot mai complexe şi mai specializate de adaptare la solicitările mediului. Şi la fel ca şi evoluţia biologică, evoluţia ştiinţei nu este una liniar progresivă. În succesiunea tradiţiilor de cercetare normală se vor realiza nu numai câştiguri, ci şi pierderi în ceea ce priveşte capacităţile de formulare şi rezolvare a problemelor. În ce sens poate fi caracterizată, totuşi, direcţia în care are loc evoluţia cunoaşterii ştiinţifice drept *progres*? „Tranziţia spre o mulţime revizuită de concepte generice permite rezolvarea unor probleme care nu au putut fi

[65] *Afterwords*, în *op. cit.*, pp. 330–331.

stăpânite de către vechea structură. Dar domeniul noii structuri este în mod regulat mult mai îngust decât al celei vechi, uneori considerabil mai îngust. Ceea ce cade în afara ei revine domeniului altei discipline ştiinţifice... proliferarea structurilor, practicilor şi a lumilor este ceea ce păstrează puterea de cuprindere a cunoaşterii ştiinţifice; practica intensă în orizontul lumilor individuale este cea care îi sporeşte profunzimea."[66]

*

La începutul anilor '60, anii în care un tânăr istoric al ştiinţei păşeşte pe scena filozofică, toţi autorii proeminenţi care interacţionau în mod cooperativ şi critic în schiţarea unui portret al cunoaşterii ştiinţifice erau de acord cel puţin într-o privinţă. Presupoziţia comună, acceptată neproblematic, era aceea că, în diferite epoci şi în discipline cât de diferite, conceptele, ideile şi teoriile sunt legitimate observându-se imperative considerate drept norme universale ale raţionalităţii ştiinţifice. Ce presupunea că acţiunile conduse de asemenea imperative fixează o dată pentru totdeauna profilul distinct al cunoaşterii ştiinţifice şi al omului de ştiinţă. Părea neîndoielnic că tocmai prin conformitatea ei cu o anumită mulţime de reguli sau norme ar putea fi distinsă cu uşurinţă activitatea ştiinţifică de alte activităţi creatoare. Iată doar câteva exemple de asemenea reguli: „Examinează tot timpul în mod critic atât ideile noi, cât şi cadrele generale în care se desfăşoară cercetarea!" „Încearcă să infirmi ideile acceptate promovând progresul cunoaşterii prin descoperirea şi înlăturarea erorilor!" „Abandonează orice ipoteză de îndată ce consecinţele ei intră în contradicţie cu fapte controlabile!" „Dă prioritate ipotezelor care au fost cel mai bine confirmate de fapte sau au rezistat unor teste tot mai severe!" Fixarea identităţii cunoaşterii ştiinţifice prin reguli metodologice cu pretinsă valabilitate universală apărea drept deosebit de atrăgătoare deoarece evidenţia în mod simplu şi convingător excelenţa gândirii ştiinţifice. Regulile metodologice formulate de filozofi păreau şi bine întemeiate atât timp cât informaţiile asupra vieţii

[66] *Ibidem*, pp. 336–337.

ştiinţifice erau căutate, în primul rând, în manualele şi tratatele diferitelor discipline, cu deosebire în cele ale ştiinţelor fizice. De îndată ce se va recunoaşte însă că informaţiile primare asupra vieţii ştiinţifice vor deveni accesibile doar prin familiarizarea cu practica cercetării şi prin contactul cu texte ştiinţifice mai vechi, contraexemplele la imaginea conturată de teoreticienii ştiinţei vor apărea la fiecare pas. Unei persoane atrase de generalizările ce constituie substanţa unei teorii a cunoaşterii ştiinţifice, persoană care va cunoaşte, totodată, lumea cercetării din experienţe proprii şi va învăţa să citească lucrări ştiinţifice ale trecutului în lumina unor principii hermeneutice, acea imagine a ştiinţei pe care o va întâlni în scrierile teoreticienilor metodei ştiinţei îi va apărea drept una accentuat idealizată şi în esenţă infidelă. Dacă pasiunea pentru acest domeniu al cercetării filozofice va fi destul de puternică şi dacă va fi înzestrată cu destulă imaginaţie şi forţă analitică, acea persoană va încerca să formuleze o concepţie despre natura şi evoluţia ştiinţei care să dea socoteală de fapte pe care le va putea stabili prin cercetarea izvoarelor de informaţii primare. Este tocmai ceea ce a făcut tânărul Kuhn. Nu puţine din concluziile sale au fost şi sunt contestate. Putem accepta că în viitor ele vor putea fi contestate pe temeiuri şi mai bune. Ideile sale vor putea fi însă reconsiderate doar pe temeiul unei cunoaşteri mai cuprinzătoare şi mai aprofundate a practicii cercetării în zilele noastre şi a faptelor istoriei ştiinţei decât aceea pe care s-a sprijinit cel care a scris *Structura revoluţiilor ştiinţifice*. Criticii vor păşi, aşadar, pe calea pe care a deschis-o el. Este sensul în care opera lui Thomas Kuhn rămâne în centrul a ceea ce am numit *reorientarea istorică în filozofia ştiinţei*.

MIRCEA FLONTA

KUHN, TRADUCĂTORUL ȘI ACEASTĂ CARTE

O notă personală

În iunie 1997 Gabriel Liiceanu îmi spunea că vrea să reediteze la Humanitas cartea lui Thomas Kuhn, *Structura revoluțiilor științifice*, şi îmi propunea să scriu câteva rânduri cu această ocazie. Pentru ambele inițiative îi sunt recunoscător. În primul rând, pentru reeditarea cărții lui Kuhn, nu numai o capodoperă a istoriei și filozofiei ştiinţei în secolul nostru, dar o carte accesibilă şi incitantă, o carte pentru toate vârstele şi ocupațiile, o carte de o imensă influență şi stimulație intelectuală. În al doilea rând, îi sunt recunoscător lui Gabriel Liiceanu pentru un act de reparație care mă trimite nostalgic la o altă perioadă a vieții mele.

Căci eu sunt traducătorul, rămas până acum anonim, al acestei cărți. În anii '60, puțin după apariția ei, am descoperit-o în biblioteca unui profesor de la facultatea de filozofie. Fusese publicată de University of Chicago Press în 1962 într-o prestigioasă serie inițiată de iluştrii părinți ai filozofiei analitice a ştiinţei, între care Carnap şi Hempel. Ceea ce era interesant şi incitant pentru mine, întrucât arăta deschiderea intelectuală a acestora din urmă, era faptul că lucrarea lui Kuhn mergea evident contra curentului, mai ales cel reprezentat de Carnap şi Hempel. Fără să ştiu nimic despre autor, recepția cărții sau orice alte detalii (să nu uităm timpurile!), am avut clara senzație a unei cărți de ruptură, o revoluție în însăși istoria şi filozofia ştiinţei. (Ceea ce s-a şi întâmplat.) Am publicat câteva articole şi recenzii despre carte, pregătind terenul. Apoi am purces să conving o editură să o traducă şi, reuşind în cele din urmă, m-am apucat de lucru. În 1974, cu traducerea făcută și predată editurii, luam calea emigrației. Cartea a apărut în 1976 la Editura Ştiinţifică și Enciclopedică. Numele meu nicăieri. Începusem

un studiu introductiv, dar evident nu merita să-l continui. Devenisem, fireşte, *persona non grata*. Curajos şi inimos, redactorul cărţii, domnul Mircea Radian, a scos manuscrisul din sertarul cenzurat al uitării şi l-a pregătit pentru tipar. Bunul meu prieten, profesorul — și mai recent academicianul — Mircea Flonta, de la Universitatea din Bucureşti, a preluat ştafeta academică, scriind un excelent studiu introductiv.

Ceea ce s-a întâmplat apoi nu e lipsit de interes. Cu Thomas Kuhn, pe atunci la Princeton, intrasem de prin 1971 într-o corespondență activă, devenită amicală şi (pentru mine) importantă şi instructivă. I-am sugerat de la bun început să renunțe la drepturile de autor în România, pentru a facilita apariția cărții, ceea ce a şi făcut, prompt şi entuziast. Aflând că am părăsit țara, dar că numele meu nu va apărea în carte, Kuhn s-a solidarizat, dorind să anuleze dreptul de traducere în româneşte. I-am scris, mulțumindu-i pentru caldele cuvinte şi sentimente exprimate în legătură cu emigrarea şi pentru solidaritatea profesională. I-am explicat totuşi că apariția cărții era mai importantă decât mândria mea. I-am spus câteva cuvinte despre înfiriparea unui grup entuziast de filozofi ai științei și cunoaşterii la Bucureşti şi în alte părți ale țării care ar beneficia în predare și cercetare de ediția românească. A înțeles şi a aprobat.

Anii au trecut. Am rămas în contact sporadic, despărțiți de un continent (american), el pe coasta de est, eu pe cea de vest şi apoi în sud. Ne-am văzut de două sau trei ori, la întâlniri profesionale. Un bărbat foarte distins, arătos, aristocratic, ales îmbrăcat. Îmi aducea aminte de Saul Bellow. Bănuiesc că (precum Bellow) era un *bon viveur* şi nu-i displăcea notorietatea mondială de care se bucura. Succesul *Structurii* fusese şi rămâne fenomenal. Deşi un star intelectual, Tom Kuhn era un om accesibil, plăcut, atent, *smooth and easy going*, cum spun americanii. Valoarea și stilul cărții se vedeau în valoarea şi stilul omului. Ultima dată, cu vreo opt ani în urmă, ne-am revăzut la Chapel Hill, idilicul orăşel universitar care găzduieşte University of North Carolina, la colocviul lor anual de filozofie, poate cel mai bun din Statele Unite. Am luat o masă împreună, amintindu-ne cum a început legătura noastră, aventurile traducerii, şi ce s-a mai întâmplat cu fiecare între timp. Deși eminamente istoric al științei, cel mai influent în ultimele

trei decenii, Tom Kuhn a vrut să fie văzut şi ca filozof al ştiinţei, ceea ce a reuşit, într-o oarecare măsură, şi poate chiar mai mult, ca filozof al limbajului şi cunoaşterii. La colocviul de la Chapel Hill prezenta o comunicare despre referinţa în limbajul ştiinţific şi cel comun. Cred că eforturile sale de a fi tratat ca filozof nu au dat roadele aşteptate. Judec şi după amărăciunea cu care îmi relata rezistenţa pe care o întâmpinase în departamentul de filozofie din Princeton, poate cel mai bine cotat la acea vreme din Statele Unite. Relatarea m-a întristat, dar nu m-a surprins. Mă simţeam mai aproape de interdisciplinarul Kuhn, dispus să rişte aventuri în teritorii îndepărtate, decât de corifeii specializaţi şi repetitivi care-l vedeau ca pe un intrus neantrenat în dexterităţile lor tehnice. M-a bucurat decizia lui de a accepta o poziţie la MIT în Cambridge, peste râu de Boston, în departamentul, mult mai interdisciplinar şi deschis, de lingvistică şi filozofie creat de Noam Chomsky. Sper că ultimii lui ani acolo au fost buni, productivi, senini.

Tom Kuhn ne-a părăsit, prematur şi neaşteptat, cu vreo trei ani în urmă. Recunoscând pierderea unui mare intelect, durerea mea are şi un contur personal. Căci dincolo de semnificaţia durabilă a acestei cărţi extraordinare şi a unei opere istorice exemplare, pentru mine Tom Kuhn rămâne cel care nu pregeta să scrie lungi şi elaborate epistole unui tânăr filozof necunoscut din Bucureşti, un om solidar şi atent într-un moment dificil de tranziţie în viaţa tânărului filozof, un spirit curios şi deschis, o minte elegantă, un gentleman pe culoarele universitare.

RADU J. BOGDAN
Profesor de filozofie și științe cognitive
Tulane University, New Orleans, SUA

PREFAȚĂ

Lucrarea de față este prima publicare integrală a unui proiect conceput inițial cu aproape cincisprezece ani în urmă. În acea perioadă eram student în fizică teoretică, aflat destul de aproape de încheierea dizertației mele. O fericită participare la un curs experimental de fizică pentru nespecialişti, ținut la un colegiu, m-a pus pentru prima oară față în față cu istoria ştiinței. Am fost cu totul surprins să constat că contactul cu teoriile şi practicile ştiințifice anterioare a subminat radical unele din concepțiile mele de bază despre natura ştiinței şi despre cauzele succesului ei deosebit.

Aceste concepții le derivasem, în parte, din însăşi pregătirea mea ştiințifică, ca şi dintr-o veche pasiune pentru filozofia ştiinței.

Într-un fel, oricare ar fi fost utilitatea lor pedagogică şi plauzibilitatea lor abstractă, aceste concepții nu se potriveau deloc cu ceea ce a dezvăluit studiul istoric. Totuşi, ele au fost şi sunt fundamentale în multe discuții despre ştiință astfel încât neverosimilitatea lor părea că merită să fie examinată mai îndeaproape. Rezultatul a fost o schimbare drastică în proiectele mele profesionale, o trecere de la fizică la istoria ştiinței şi apoi, treptat, de la probleme istorice relativ simple înapoi la preocupările mai filozofice care mă împinseseră inițial spre istorie. Cu excepția câtorva articole, acest eseu este prima din lucrările mele publicate în care aceste preocupări de mai înainte sunt dominante. Într-o oarecare măsură, este o încercare de a-mi explica mie însumi şi de a explica prietenilor cum s-a întâmplat că am părăsit ştiința în favoarea istoriei ei.

Prima ocazie de a adânci ideile ce vor fi expuse în continuare mi-au oferit-o cei trei ani în care am fost cercetător asociat pe lângă Society of Fellows de la Harvard University. Fără această perioadă de libertate, tranziția spre un nou domeniu de studiu ar fi fost mult

mai dificilă şi ar fi putut chiar să eşueze. O parte din acei ani am dedicat-o istoriei propriu-zise a ştiinţei. În particular, am continuat să studiez lucrările lui Alexandre Koyré şi am luat contact pentru prima oară cu cele al lui Emile Meyerson, Hélène Metzger şi Anneliese Maier[1]. Mai clar decât majoritatea celorlalţi cercetători din ultima vreme, acest grup a dovedit ce înseamnă a gândi ştiinţific într-o perioadă în care canoanele gândirii ştiinţifice erau foarte diferite de cele acceptate astăzi. Deşi contest tot mai mult câteva din interpretările lor istorice particulare, lucrările lor, împreună cu cea a lui A. O. Lovejoy, *Great Chain of Being*, vin imediat după sursele istorice primare în ce priveşte formarea concepţiei mele despre ceea ce poate fi istoria ideilor ştiinţifice.

O mare parte din acei ani am închinat-o şi explorării unor domenii fără o legătură aparentă cu istoria ştiinţei, dar în care cercetările dezvăluie astăzi probleme asemănătoare celor asupra cărora mi-a atras atenţia istoria ştiinţei. O notă de subsol, întâlnită întâmplător, m-a condus la experimentele prin care Jean Piaget a pus în lumină atât diferitele lumi ale copilului în creştere, cât şi procesul de tranziţie de la o lume la alta[2]. Unul din colegii mei m-a îndemnat să citesc articole de psihologie a percepţiei, îndeosebi cele ale psihologilor gestaltişti; un altul m-a introdus în speculaţiile lui B. L. Whorf despre lume; iar W. V. O. Quine mi-a dezvăluit enigmele filozofice ale distincţiei dintre analitic şi sintetic[3]. Acesta este genul

---

1 M-au influenţat în mod deosebit lucrarea lui A. Koyré, *Études Galiléennes* (3 vol., Paris, 1939), a lui E. Meyerson, *Identity and Reality*, trad. Kate Loewenberg (New York, 1930), ale lui H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du debut du XVII^e^ à la fin du XVIII^e^ siècle* (Paris, 1923) şi *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930) şi a lui A. Maier, *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert* („Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik", Roma, 1949).

2 Două din cercetările lui Piaget s-au dovedit deosebit de importante, întrucât expun concepte şi procese care derivă direct din istoria ştiinţei. Este vorba despre *The Child's Conception of Causality,* trad. Marjorie Gabain (Londra, 1930) şi *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant* (Paris, 1946).

3 Articolele lui Whorf au fost între timp editate de John B. Carrol, *Language, Thought, and Reality — Selected Writings of Benjamin Lee Whorf* (New York, 1956). Quine şi-a prezentat concepţiile în *Two Dogmas of Empiricism*,

de explorare întâmplătoare pe care îl permite o astfel de Society of Fellows și numai datorită lui am putut da peste monografia aproape necunoscută a lui Ludwig Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Basel, 1934), un eseu care anticipează multe din ideile mele. Asociată unei observații a unui coleg, Francis X. Sutton, lucrarea lui Fleck m-a făcut să înțeleg că acele idei ar putea fi formulate în termenii sociologiei comunităților științifice. Deși cititorii vor întâlni în continuare puține referințe la unele sau altele din aceste lucrări sau discuții, le sunt îndatorat în mai multe privințe decât cele pe care le-aș putea reconstitui sau aprecia acum.

În timpul ultimului meu an de junior Fellow (cercetător asociat) la Harvard, o invitație de a conferenția la Institutul Lowell din Boston mi-a dat prima posibilitate de a-mi testa concepțiile despre știință, aflate încă în curs de închegare. Rezultatul a fost un ciclu de opt expuneri publice ținute în martie 1951, având ca temă „Cercetarea teoriei fizice“. În anul următor, am început să predau istoria științei și, vreme de aproape un deceniu, problemele predării într-un domeniu pe care nu-l studiasem niciodată sistematic mi-au lăsat foarte puțin timp pentru articularea explicită a ideilor care mă atrăseseră la început în această direcție. Din fericire însă, aceste idei constituiau o sursă de orientare implicită și de structuri problematice pentru multe din cursurile mele mai avansate. Trebuie să le mulțumesc deci studenților mei pentru inestimabilele lecții ce mi le-au dat despre viabilitatea concepțiilor mele și metodele adecvate comunicării lor efective. Aceleași probleme și orientări au dat unitate majorității studiilor, predominant istorice și aparent diverse, publicate după ce am plecat de la Harvard. Câteva din aceste studii se ocupă de rolul hotărâtor jucat de o metafizică sau alta în cercetarea științifică creatoare. Altele examinează modul în care bazele experimentale ale unei noi teorii sunt acumulate și asimilate de către adepții unei teorii mai vechi incompatibile. Ele descriu tipul de dezvoltare pe care îl numesc mai jos „emergența“ unei noi teorii sau descoperiri. Mai există și alte asemenea legături.

---

retipărit în cartea sa *From a Logical Point of View* (Cambridge, Mass., 1953), pp. 20–46.

Stadiul final al dezvoltării eseului de faţă a început cu o invitaţie de a petrece anul 1958–1959 la Centrul pentru Studii Avansate în Ştiinţe Comportamentale. Din nou, am avut posibilitatea să acord toată atenţia problemelor discutate în cele ce urmează. Mai important încă, petrecând acel an într-o comunitate formată mai ales din specialişti în ştiinţe sociale, am fost confruntat cu probleme noi privind diferenţele dintre astfel de comunităţi şi cele ale specialiştilor în ştiinţele naturii în cadrul cărora am fost pregătit. Am fost izbit în mod deosebit de numărul şi măsura dezacordurilor deschise dintre specialiştii în ştiinţe sociale privind natura problemelor şi metodelor ştiinţifice legitime. Atât istoria ştiinţei cât şi cunoştinţele mele personale m-au făcut să mă îndoiesc că practicienii ştiinţelor naturii au soluţii mai ferme sau mai constante la asemenea probleme decât colegii lor din ştiinţele sociale. Totuşi, într-un fel, practica astronomiei, fizicii, chimiei sau biologiei nu produce în mod normal controverse asupra chestiunilor fundamentale, care astăzi par adesea endemice printre psihologi sau sociologi, de pildă. Încercarea de a descoperi sursa acestei diferenţe m-a condus la recunoaşterea rolului pe care îl joacă în cercetarea ştiinţifică „paradigmele", cum le-am numit de atunci. Paradigmele sunt acele realizări ştiinţifice universal recunoscute care, pentru o perioadă, oferă probleme şi soluţii model unei comunităţi de practicieni. De îndată ce mi-am clarificat această problemă, schiţa acestui eseu a prins repede contur.

Nu este cazul să relatez aici istoria ulterioară a acestei schiţe; voi spune totuşi câteva cuvinte despre forma pe care a păstrat-o în ciuda revizuirilor. Până la completarea şi revizuirea primei versiuni, anticipasem publicarea manuscrisului exclusiv ca un volum în *Enciclopedia ştiinţei unificate*. Editorii acestei lucrări de pionierat au solicitat-o mai întâi, apoi au ţinut să mă angajez ferm în acest sens şi, până la sfârşit, au aşteptat rezultatul cu un extraordinar tact şi răbdare. Le sunt foarte mult îndatorat, mai ales lui Charles Morris, pentru felul în care au ştiut să mă stimuleze şi să mă sfătuiască în legătură cu manuscrisul. Limitele de spaţiu ale *Enciclopediei* m-au obligat însă să-mi prezint ideile într-o formă extrem de condensată şi schematică. Deşi evenimentele ulterioare au atenuat restricţiile, făcând posibilă o publicare simultană independentă,

această lucrare rămâne un eseu mai degrabă decât o lucrare completă aşa cum o va cere până la urmă tema mea.

Deoarece obiectivul meu cel mai important este stimularea unei schimbări în perceperea şi evaluarea datelor familiare, caracterul schematic al acestei prime prezentări nu este neapărat un defect. Dimpotrivă, cititorii pe care propriile cercetări i-au pregătit pentru genul de reorientare susținut aici pot considera forma eseului mai sugestivă şi mai lesne de asimilat. Dar ea are şi dezavantaje şi acestea pot justifica ilustrarea de la bun început a aspectelor pe care sper să le extind şi să le adâncesc până la urmă într-o versiune lărgită. Există o informație istorică mult mai amplă decât cea pe care spațiul acestui volum îmi permite să o prelucrez în paginile ce urmează. Informația provine atât din istoria științelor biologice cât şi din cea a științelor fizice. Decizia mea de a opera aici exclusiv cu cea din urmă a fost luată, pe de o parte, pentru a spori coerența acestui eseu şi, pe de altă parte, datorită unor motive de competență. În plus, concepția despre știință care va fi dezvoltată aici sugerează rodnicia potențială a unor noi tipuri de cercetări, atât istorice cât şi sociologice. De pildă, felul în care anomaliile sau înşelarea aşteptărilor atrag tot mai mult atenția unei comunități științifice necesită un studiu detaliat; aceeaşi observație este valabilă şi pentru apariția crizelor care pot fi generate de eşecul repetat în corectarea unei anomalii. De asemenea, dacă nu greşesc afirmând că fiecare revoluție științifică modifică perspectiva istorică a comunității care o trăieşte, atunci această schimbare de perspectivă trebuie să afecteze structura manualelor şi publicațiilor științifice postrevoluționare. Un asemenea efect — o modificare a literaturii tehnice citate la subsolul rapoartelor de cercetare — ar trebui studiat ca un indicator posibil al apariției revoluțiilor.

Necesitatea unei condensări drastice m-a obligat de asemenea să omit discutarea unui număr de probleme majore. Distincția pe care am făcut-o între perioadele pre- şi postparadigmatice în dezvoltarea științei este, de pildă, mult prea schematică. Fiecare din şcolile a căror competiție caracterizează perioada anterioară este ghidată de ceva foarte asemănător unei paradigme; există cazuri, deşi cred că sunt rare, când două paradigme pot coexista

paşnic într-o perioadă ulterioară. Simpla existenţă a unei paradigme nu este un criteriu suficient pentru tranziţia evolutivă discutată în secţiunea a II-a. Mai important este faptul că, cu excepţia unor scurte remarci secundare, nu am spus nimic despre rolul progresului tehnologic sau al condiţiilor de natură socială, economică şi intelectuală în dezvoltarea ştiinţelor. E suficient însă să ne gândim la Copernic şi la calendar pentru a vedea că împrejurările pot contribui la transformarea unei simple anomalii într-o sursă de criză acută. Acelaşi exemplu ar putea ilustra modul în care condiţiile din afara ştiinţei pot influenţa aria alternativelor de care dispune cel ce caută să pună capăt unei crize, propunând o reformă revoluţionară sau alta[4]. Cred că luarea în consideraţie în mod explicit a unor asemenea efecte nu ar modifica principalele teze dezvoltate în acest eseu, dar ar adăuga cu siguranţă o dimensiune analitică de primă importanţă pentru înţelegerea progresului ştiinţific.

În sfârşit, şi poate cel mai important, limitele de spaţiu au afectat drastic tratarea implicaţiilor filozofice ale concepţiei istorice despre ştiinţă a acestui eseu. Evident, există astfel de implicaţii, şi am încercat să le evidenţiez şi să le ilustrez pe cele mai importante. Dar procedând astfel, m-am abţinut de regulă să intru într-o discuţie detaliată a variatelor poziţii luate de filozofii contemporani în problemele respective. Scepticismul pe care l-am manifestat în unele cazuri viza mai degrabă o atitudine filozofică decât vreuna din expresiile ei pe deplin articulate. S-ar putea deci ca unii dintre filozofii la care mă refer să aibă impresia că nu i-am înţeles. Cred că nu au dreptate, dar acest eseu nu are menirea să-i convingă.

---

[4] Aceşti factori sunt discutaţi în T S. Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought* (Cambridge, Mass., 1957), pp. 122–132, 270–271. Alte efecte ale condiţiilor externe intelectuale şi economice asupra dezvoltării ştiinţifice efective sunt ilustrate în articolele mele: „Conservation of Energy as an Example of Simultaneous Discovery“, *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), pp. 321–356; „Engineering Precedent for the Work of Sadi Carnot“, *Archives internationales d'histoires des sciences*, XIII, (1960) 247–251; şi „Sadi Carnot and Cagnard Engine“, *Isis,* LII (1961), 567–574. Aşadar, numai în raport cu problemele discutate în acest eseu consider rolul factorilor externi ca fiind minor.

Pentru a-i convinge ar fi fost nevoie de o carte mult mai dezvoltată și foarte diferită de cea de față.

Fragmentele autobiografice cu care începe această prefață au menirea să facă cunoscut ce datorez esențialmente atât lucrărilor de erudiție cât și instituțiilor care au contribuit la conturarea concepției mele. Restul acestei datorii intelectuale voi încerca să-l achit în citatele din paginile ce urmează. Dar cele spuse mai sus sau în continuare nu pot decât să sugereze numărul și natura obligațiilor mele personale față de oamenii ale căror sugestii și critici au susținut și orientat, în diferite etape, dezvoltarea mea intelectuală. S-a scurs mult prea mult timp de când ideile acestui eseu au început să se închege; o listă a tuturor celor care pot într-adevăr găsi în aceste pagini semne ale influenței lor ar fi aproape identică cu o listă a prietenilor și cunoscuților mei. De aceea, mă voi limita la câteva influențe foarte semnificative pe care nici măcar o memorie deficitară nu le poate uita vreodată.

James B. Conant, pe atunci președinte al universității Harvard, a fost primul care m-a introdus în istoria științei și care a inițiat astfel transformarea concepției mele despre natura progresului științific. De la bun început, el a fost generos cu ideile și criticile sale, cu timpul său — inclusiv timpul necesar pentru a citi și sugera schimbări importante în ciorna manuscrisului meu. Leonard K. Nash, cu care am predat vreme de cinci ani cursul orientat istoric inițiat de dr. Conant, a fost un colaborator și mai activ de-a lungul anilor în care mi-am format ideile; i-am resimțit mult lipsa în stadiile ulterioare de dezvoltare a acestor idei. Din fericire însă, după plecarea mea de la Cambridge, rolul său de „cutie de rezonanță creatoare“ a fost preluat de colegul meu de la Berkeley, Stanley Cavell. Faptul că Cavell, un filozof preocupat mai ales de etică și estetică, a ajuns la concluzii atât de apropiate de ale mele m-a stimulat și încurajat permanent. Mai mult, el este singurul cu care am fost în stare să-mi explorez ideile în faze neterminate. Acest mod de comunicare atestă o înțelegere care i-a permis să-mi arate calea de a trece de și de a ocoli câteva obstacole majore întâlnite în cursul pregătirii primei versiuni a manuscrisului.

De la schițarea acestei versiuni, mulți alți prieteni m-au ajutat să o reformulez. Cred că mă vor scuza dacă voi numi doar patru

dintre ei, ale căror contribuţii au fost foarte ample şi decisive: Paul K. Feyerabend de la Berkeley, Ernest Nagel de la Columbia, H. Pierre Noyes de la laboratorul de radiaţii Lawrence, şi studentul meu, John L. Heilbron, care a colaborat adesea strâns cu mine în pregătirea versiunii finale pentru publicat. Rezervele şi sugestiile lor m-au ajutat foarte mult. Dar n-am nici un motiv să cred (şi am unele pentru care mă îndoiesc) că ei sau ceilalţi, menţionaţi anterior, sunt integral de acord cu manuscrisul care a rezultat.

Ceea ce datorez, în fine, părinţilor mei, soţiei şi copiilor este de o altă natură. În diferite feluri (pe care le voi recunoaşte probabil ultimul), fiecare din ei şi-a adus contribuţia sa intelectuală la lucrarea mea. Dar, în măsură diferită, ei au făcut ceva mult mai important. Şi anume: m-au lăsat şi chiar m-au încurajat să mă dedic acestei lucrări. Oricine s-a înhămat la un proiect ca al meu va recunoaşte sacrificiile pe care ei au fost nevoiţi să le facă uneori. Nu ştiu cum să le mulţumesc.

T.S.K.
Berkeley, California
Februarie, 1962

I
Introducere: un rol pentru istorie

Dacă este considerată a fi mai mult decât un inventar de anecdotică sau cronologie, istoria poate produce o transformare decisivă în imaginea despre ştiinţă dominantă astăzi. Această imagine a fost până acum dedusă, chiar de oamenii de ştiinţă, mai ales din studiul realizărilor ştiinţifice încheiate, aşa cum apar ele consemnate în opere clasice şi, mai recent, în manualele din care fiecare nouă generaţie ştiinţifică îşi învaţă meseria. În mod inevitabil însă, scopul unor asemenea cărţi este persuasiv şi pedagogic; conceptul de ştiinţă dedus din ele nu are mai multe şanse să corespundă realităţii care l-a produs decât o imagine a unei culturi naţionale dedusă dintr-o broşură turistică sau dintr-un manual pentru învăţat limba ţării respective. Acest eseu încearcă să dovedească că am fost în mod fundamental induşi în eroare de ele. Scopul lui este de a schiţa un concept cu totul diferit despre ştiinţă, aşa cum rezultă din datele istorice ale înseşi activităţii de cercetare.

Dar noul concept nu rezultă nici măcar din istorie, dacă datele istorice continuă să fie căutate şi examinate îndeosebi pentru a răspunde la întrebări puse potrivit unui stereotip anistoric, caracteristic manualelor ştiinţifice. Aceste manuale par adesea să implice, de pildă, că conţinutul ştiinţei este exemplificat exclusiv de observaţii, legi şi teorii descrise în paginile lor. Aproape la fel de des, aceleaşi cărţi par să afirme că metodele ştiinţifice sunt numai cele ilustrate de tehnicile manipulative folosite în culegerea datelor din manuale, împreună cu operaţiile logice aplicate la corelarea acestor date cu generalizările teoretice ale manualului. Ceea ce a rezultat de aici a fost un concept al ştiinţei cu profunde implicaţii pentru natura şi dezvoltarea ei.

Dacă ştiinţa este constelaţia faptelor, teoriilor şi metodelor adunate în manualele curente, atunci practicienii ştiinţei sunt

oameni care s-au străduit, cu sau fără succes, să contribuie cu un element sau altul la această constelaţie particulară. Dezvoltarea ştiinţei devine atunci procesul fragmentar prin care aceste elemente au fost adăugate, singure, sau în combinaţii, stocului mereu în creştere care constituie metoda şi cunoaşterea ştiinţifică. Iar istoria ştiinţei devine disciplina care consemnează aceste creşteri succesive şi obstacolele care au stat în calea acumulării lor. Preocupat de dezvoltarea ştiinţei, istoricul pare deci să aibă două sarcini principale. Pe de o parte, el trebuie să determine de către cine şi în ce moment au fost descoperite sau inventate fiecare fapt, teorie sau lege a ştiinţei. Iar pe de altă parte, el trebuie să descrie şi să explice nenumăratele erori, mituri şi superstiţii care au împiedicat acumularea mai rapidă a elementelor care alcătuiesc manualele moderne de ştiinţă. O mare parte a cercetării a fost şi mai este încă orientată în acest scop.

În anii din urmă, câţiva istorici ai ştiinţei s-au lovit de tot mai multe dificultăţi în îndeplinirea funcţiilor la care îi obligă conceptul de dezvoltare-prin-acumulare. Ca cronicari ai unui proces cumulativ, ei constată că noile cercetări, departe de a înlesni, fac tot mai dificile răspunsurile la întrebări cum ar fi: Când a fost descoperit oxigenul? Cine a conceput primul conservarea energiei? Într-o măsură tot mai mare, unii dintre ei bănuiesc că acestea sunt pur şi simplu întrebări greşite. Poate că ştiinţa nu se dezvoltă prin acumularea unor descoperiri şi invenţii individuale. Simultan, aceşti istorici întâmpină dificultăţi sporite în a distinge componenta „ştiinţifică“ a observaţiei şi convingerii unui om de ştiinţă din trecut de ceea ce predecesorii lor s-au grăbit să eticheteze drept „eroare“ şi „superstiţie“. Cu cât studiază mai atent (să zicem) dinamica aristotelică, chimia flogisticului sau termodinamica calorică, cu atât devin mai convinşi că aceste concepţii despre natură, odinioară dominante, nu erau în ansamblu mai puţin ştiinţifice şi nici nu reprezentau, mai mult decât cele curente în zilele noastre, produsul idiosincrasiei umane. Dacă aceste convingeri depăşite sunt etichetate mituri, atunci miturile pot fi produse de aceleaşi tipuri de metode şi justificate de aceleaşi tipuri de argumente care astăzi duc la cunoaştere ştiinţifică. Dacă, pe de altă parte, ele sunt considerate ştiinţă, atunci ştiinţa a încorporat convingeri cu totul in-

compatibile cu cele acceptate astăzi. În fața acestor alternative, istoricul trebuie să o aleagă pe ultima. Teoriile depășite nu sunt în principiu neștiințifice pentru că s-a renunțat la ele. Această alegere face însă mai dificilă conceperea dezvoltării științifice ca un proces de acumulare. Aceeași cercetare istorică, care dezvăluie dificultățile de identificare a invențiilor și descoperirilor individuale, ne face să ne îndoim serios de procesul cumulativ prin care se credea că au loc aceste contribuții individuale la ansamblul științei.

Urmarea tuturor acestor îndoieli și dificultăți este o revoluție istoriografică în studiul științei, aflată încă în stadiile ei timpurii. Treptat, și adesea fără să își dea seama în întregime de acest lucru, istorici ai științei au început să pună noi tipuri de întrebări și să urmărească linii diferite și adesea necumulative de dezvoltare a științelor. În loc să caute contribuțiile permanente ale unei științe mai vechi la imaginea noastră de astăzi, ei încearcă mai degrabă să dezvăluie integritatea istorică a acelei științe în vremea sa. Ei cercetează, de pildă, nu relația dintre concepțiile lui Galilei și cele ale științei moderne, ci mai degrabă relația dintre concepțiile acestuia și cele ale grupului său, adică, profesorii, contemporanii și urmașii săi imediați. Apoi, ei insistă asupra studierii opiniilor acelui grup și ale altora similare din punctul de vedere (de obicei atât de diferit de cel al științei moderne) care asigură acestor opinii o coerență internă maximă și o adecvare cât mai riguroasă la natură. Văzută prin prisma unor astfel de cercetări, poate cel mai bine ilustrate de lucrările lui Alexandre Koyré, știința nu mai pare deloc să fie ceea ce aveau în vedere adepții tradiției istoriografice anterioare. Cel puțin prin implicație, asemenea studii istorice sugerează posibilitatea unei noi imagini a științei. Eseul de față încearcă să contureze această imagine făcând explicite unele din implicațiile noii istoriografii.

Ce aspecte ale științei se vor impune cu precădere în cursul acestei încercări? Primul, cel puțin în ordinea prezentării, este insuficiența normelor metodologice de a dicta, prin ele însele, un unic răspuns real la numeroasele tipuri de întrebări științifice. Îndemnat să examineze fenomene electrice sau chimice, un om care nu cunoaște aceste domenii dar care știe ce înseamnă a fi științific poate să ajungă, în mod legitim, la oricare dintr-un număr

de concluzii incompatibile. Între aceste posibilităţi legitime, concluziile particulare la care el ajunge sunt probabil determinate de experienţa sa anterioară în alte domenii, de accidentele investigaţiei sale şi de propria sa constituţie intelectuală. Ce idei despre stele, de pildă, introduce el în studiul chimiei sau electricităţii? Care din numeroasele experimente, conceptibile şi relevante pentru noul domeniu, preferă el să îl realizeze în primul rând? Şi ce aspecte ale fenomenului complex ce va rezulta astfel îl vor izbi ca deosebit de relevante elucidării naturii transformării chimice sau atracţiei electrice? Pentru individ, cel puţin, şi uneori chiar şi pentru comunitatea ştiinţifică, răspunsurile la asemenea întrebări sunt adesea determinanţi esenţiali ai dezvoltării ştiinţifice. Vom consemna, de exemplu, în secţiunea a II-a, că stadiile timpurii de dezvoltare ale majorităţii ştiinţelor au fost caracterizate de o competiţie continuă între câteva concepţii distincte despre natură, fiecare fiind parţial derivată din — şi toate fiind aproximativ compatibile cu — normele observaţiei şi metodei ştiinţifice. Ceea ce deosebea aceste şcoli diferite nu era u eşec sau altul de metodă — toate erau „ştiinţifice“ — ci ceea ce vom numi mai târziu modurile lor incomensurabile de a concepe lumea şi de a face ştiinţă în cadrul ei. Observaţia şi experienţa pot şi trebuie să restrângă drastic sfera ideilor ştiinţifice admisibile, căci altfel nu ar mai fi ştiinţă. Dar, singure, ele nu pot determina un sistem particular de asemenea idei. Un element aparent arbitrar, ţinând de întâmplări personale şi istorice, este întotdeauna un ingredient constitutiv al ideilor îmbrăţişate de o anumită comunitate ştiinţifică la un moment dat.

Un asemenea element arbitrar nu indică însă că un grup ştiinţific, oricare ar fi el, ar putea să-şi facă meseria fără o mulţime de idei acceptate; după cum el nu diminuează importanţa constelaţiei particulare faţă de care, la un moment dat, acel grup este realmente angajat. Cercetarea efectivă începe rareori înainte ca o comunitate ştiinţifică să fie convinsă că deţine răspunsuri ferme la asemenea întrebări: care sunt entităţile fundamentale care alcătuiesc universul? Cum interacţionează ele cu fiecare în parte şi cu simţurile? Ce întrebări pot fi legitim puse relativ la asemenea entităţi şi ce tehnici pot fi folosite în căutarea răspunsurilor? Cel puţin în ştiinţele mature, răspunsurile (sau înlocuitorii deplini ai

răspunsurilor) la întrebări ca acestea sunt adânc înrădăcinate în inițierea care îl pregătește și îl autorizează pe student să-și practice profesiunea. Întrucât această educație este atât riguroasă cât și rigidă, asemenea răspunsuri ajung să exercite o influență adâncă asupra gândirii științifice. Acest fapt explică în mare măsură eficiența deosebită a activității normale de cercetare, ca și direcția în care ea este orientată într-un moment dat. Examinând știința normală în secțiunile III, IV și V, vom sfârși prin a o caracteriza ca o încercare perseverentă și pasionată de a „potrivi“ natura în tiparele conceptuale oferite de educația profesională. În același timp, ne vom întreba dacă cercetarea se poate realiza fără asemenea tipare, oricare ar fi partea de arbitrar din originile lor istorice, și uneori, din dezvoltarea lor ulterioară.

Totuși, această parte de arbitrar este prezentă și are o înrâurire importantă asupra dezvoltării științei, o înrâurire ce va fi examinată detaliat în secțiunile VI, VII și VIII. Știința normală, activitatea în care cei mai mulți oameni de știință își petrec inevitabil aproape tot timpul lor, este întemeiată pe presupunerea că comunitatea științifică știe cum arată universul. O mare parte din succesul întreprinderii derivă din dorința comunității științifice de a apăra această presupunere, dacă e nevoie chiar cu un preț considerabil. Știința normală, de exemplu, suprimă adesea noutăți fundamentale, întrucât acestea subminează necesarmente opțiunile ei de bază. Cu toate acestea, atâta vreme cât aceste opțiuni conțin un element de arbitrar, însăși natura cercetării normale garantează că noutatea nu va fi suprimată multă vreme. Uneori, o problemă normală care ar trebui să fie rezolvată prin reguli și proceduri cunoscute rezistă asaltului repetat al celor mai capabili membri ai grupului științific în a căror competență cade. În alte ocazii, un aparat proiectat și construit pentru scopurile cercetării normale nu funcționează potrivit anticipărilor, dezvăluind o anomalie care, în ciuda eforturilor repetate, nu se conformează așteptărilor profesionale. În aceste privințe și în altele, știința normală apucă frecvent pe căi greșite. Iar când o face — așadar, când comunitatea nu mai poate evita anomaliile care subminează tradițiile existente ale practicii științifice —, atunci încep investigații extraordinare care orientează până la urmă comunitatea spre o nouă mulțime de opțiuni, o nouă

bază pentru practica ştiinţei. Episoadele extraordinare în cursul cărora se produc aceste modificări ale opţiunilor profesionale sunt caracterizate în acest sens ca revoluţii ştiinţifice. Ele sunt adaosurile-distrugătoare-de-tradiţii la activitatea-constrânsă-de-tradiţii a ştiinţei normale.

Cele mai evidente exemple de revoluţii ştiinţifice sunt acele faimoase episoade în dezvoltarea ştiinţei care au fost adesea numite revoluţii şi mai înainte. De aceea, în secţiunile IX şi X, în care este examinată direct natura revoluţiilor ştiinţifice, ne vom ocupa de momente de cotitură majore în dezvoltarea ştiinţei, legate de numele lui Copernic, Newton, Lavoisier şi Einstein. Mai limpede decât majoritatea celorlalte episoade din istoria ştiinţei (cel puţin a ştiinţelor fizice), acestea dezvăluie substanţa tuturor revoluţiilor ştiinţifice. Fiecare dintre ele a necesitat respingerea de către comunitate a unei teorii ştiinţifice, odinioară respectată, în favoarea alteia, incompatibilă cu ea. Fiecare a produs o transformare ulterioară în problemele supuse examenului ştiinţific şi în standardele după care comunitatea stabilea ceea ce poate fi socotit drept o problemă admisibilă sau o soluţie legitimă a unei probleme. Şi fiecare transforma reprezentarea ştiinţifică în moduri pe care vom fi nevoiţi până la urmă să le caracterizăm ca o transformare a lumii în care era efectuată munca ştiinţifică. Asemenea schimbări, împreună cu controversele care le însoţesc aproape întotdeauna, sunt trăsăturile definitorii ale revoluţiilor ştiinţifice.

Aceste trăsături reies cu deosebită claritate, de pildă, dintr-un studiu al revoluţiei newtoniene sau al celei chimice. Există însă o teză fundamentală a acestui eseu, potrivit căreia ele pot fi de asemenea deduse din studierea multor altor episoade care nu erau într-atât de vizibil revoluţionare. Pentru grupul profesional mult mai restrâns afectat de ele, ecuaţiile lui Maxwell erau la fel de revoluţionare ca şi cele ale lui Einstein, fiindu-le opusă aceeaşi rezistenţă. Inventarea altor noi teorii stârneşte regulat aceleaşi reacţii din partea unora dintre specialiştii a căror sferă de competenţă exclusivă este astfel încălcată. Pentru aceşti oameni, noua teorie implică o schimbare a regulilor ce guvernau practica anterioară a ştiinţei normale. De aceea, inevitabil, ea se răsfrânge asupra unei bune părţi din munca ştiinţifică pe care ei au încheiat-o deja cu

succes. Iată de ce o nouă teorie, oricât de special ar fi domeniul ei de aplicație, nu este decât arareori sau niciodată doar un adaos la ceea ce este deja cunoscut. Asimilarea ei impune reconstrucția teoriei anterioare și reevaluarea faptelor anterioare — un proces intrinsec revoluționar care nu este decât rareori dus la bun sfârșit de către un singur om și niciodată peste noapte. Nu e de mirare că istoricii au avut dificultăți în datarea precisă a acestui proces îndelungat pe care vocabularul lor îi îndeamnă să-l conceapă ca un eveniment izolat.

Invențiile noilor teorii nu sunt însă singurele evenimente științifice care au o influență revoluționară asupra specialiștilor în al căror domeniu survin. Opțiunile care guvernează știința normală specifică nu numai tipurile de entități pe care le conține universul, ci, prin implicație, și pe cele pe care nu le conține. Deși acest aspect va cere o discuție mai amplă, rezultă că o descoperire ca aceea a oxigenului sau a razelor X nu adaugă pur și simplu un nou element mulțimii obiectelor care alcătuiesc universul omului de știință. Până la urmă ea are acest efect, dar nu înainte ca comunitatea profesională să-și fi reevaluat procedurile experimentale tradiționale, să-și fi modificat concepția asupra entităților cu care se obișnuise de multă vreme și, în cursul acestui proces, să-și fi transformat rețeaua teoretică pe care o aplică lumii. Faptul și teoria științifică nu sunt categoric separabile, exceptând poate înăuntrul unei singure tradiții de practică științifică normală. Iată de ce descoperirea neașteptată nu are numai o semnificație factuală și de ce universul omului de știință este calitativ transformat și cantitativ îmbogățit de noutăți fundamentale factuale sau teoretice.

Această concepție cuprinzătoare despre natura revoluțiilor științifice este cea conturată în paginile ce urmează. Indiscutabil, această cuprindere forțează accepția obișnuită. Totuși, voi continua să vorbesc chiar despre descoperiri ca fiind revoluționare, deoarece tocmai posibilitatea de a corela structura lor cu cea a revoluției copernicane, să zicem, face ca această concepție cuprinzătoare să mi se pară atât de importantă. Discuția precedentă arată modul în care noțiunile complementare de știință normală și de revoluții științifice vor fi dezvoltate în următoarele nouă secțiuni. Restul

eseului încearcă să lămurească alte trei probleme centrale. Secţiunea XI, discutând tradiţia manualelor, explică de ce până acum a fost atât de greu să discernem revoluţiile ştiinţifice. Secţiunea XII descrie competiţia revoluţionară dintre partizanii vechii tradiţii de ştiinţă normală şi adepţii celei noi. Ea examinează aşadar procesul care, într-o teorie a investigaţiei ştiinţifice, ar trebui într-un fel să înlocuiască procedurile de confirmare sau infirmare cu care ne-a familiarizat imaginea noastră curentă despre ştiinţă. Competiţia între segmente ale comunităţii ştiinţifice este singurul proces istoric care rezultă realmente din respingerea unei teorii anterior acceptate sau din adoptarea alteia. În sfârşit, secţiunea XIII se va întreba cum poate fi compatibilă dezvoltarea prin revoluţii cu caracterul aparent unic al progresului ştiinţific. La această întrebare însă, eseul de faţă nu va oferi decât liniile generale ale unui răspuns, deoarece caracteristicile comunităţii ştiinţifice necesită o examinare mult mai detaliată.

Fără îndoială, unii cititori se vor fi întrebat deja dacă studiul istoric poate într-adevăr produce transformarea conceptuală vizată aici. Există un întreg arsenal de dihotomii care sugerează că nu poate fi vorba de aşa ceva. Istoria, ni se spune foarte adesea, este o disciplină pur descriptivă. Tezele avansate mai sus sunt însă de multe ori interpretative iar uneori normative. La fel, multe din generalizările mele privesc sociologia sau psihologia socială a oamenilor de ştiinţă; totuşi, cel puţin câteva din concluziile mele aparţin, prin tradiţie, logicii sau epistemologiei. În paragraful precedent se pare că am nesocotit chiar influenta distincţie contemporană între „contextul descoperirii" şi „contexul justificării". Poate oare acest amestec de diverse domenii şi preocupări să indice altceva decât o gravă confuzie?

Distanţarea intelectuală de aceste distincţii şi altele asemănătoare nu mă face mai puţin conştient de importanţa şi forţa lor. Mulţi ani le-am considerat relevante naturii cunoaşterii şi încă mai cred că, reformulate corespunzător, ele au ceva important de spus. Totuşi, încercările mele de a le aplica, chiar *grosso modo*, situaţiilor reale în care cunoaşterea este dobândită, acceptată şi asimilată le-a făcut să pară extrem de problematice. În loc de a fi distincţii logice

şi metodologice elementare care ar preceda astfel analiza cunoaşterii ştiinţifice, ele par acum să fie părţi integrate ale unei mulţimi tradiţionale de răspunsuri efective la înseşi întrebările la care au fost aplicate. Această circularitate nu le invalidează nicidecum, ci le transformă în părţi ale unei teorii şi astfel le supune aceluiaşi examen aplicat regulat teoriilor din alte domenii. Dacă este vorba să aibă drept conţinut ceva mai mult decât abstracţii pure, atunci acest conţinut trebuie descoperit observându-le în aplicarea la date pe care ele sunt menite să le elucideze. Cum ar putea istoria ştiinţei să nu fie o sursă de fenomene la care li se poate cere în mod îndreptăţit teoriilor despre cunoaştere să se refere?

II

Calea spre știința normală

În acest sens, „știință normală“ înseamnă cercetare bazată ferm pe una sau mai multe realizări științifice trecute, realizări pe care o anumită comunitate științifică le recunoaște, pentru o vreme, drept bază a practicii ei. Asemenea realizări sunt repovestite astăzi (deși rareori în forma lor inițială) în manualele științifice, elementare sau avansate. Manualele expun conținutul teoriei acceptate, ilustrează numeroase sau toate aplicațiile ei reușite, și le compară cu observații și experimente exemplare. Înainte ca asemenea cărți să devină populare, la începutul secolului al XIX-lea (și chiar mai recent în științele maturizate ulterior), numeroase lucrări clasice celebre îndeplineau o funcție similară. *Fizica* lui Aristotel, *Almagest* al lui Ptolemeu, *Principia* și *Optica* lui Newton, *Electricitatea* lui Franklin, *Chimia* lui Lavoisier și *Geologia* lui Lyell — toate aceste lucrări, și multe altele, au definit implicit (pentru o vreme) problemele și metodele legitime ale unui domeniu de cercetare pentru generații succesive de practicieni. Ele puteau îndeplini această misiune întrucât împărtășeau două caracteristici esențiale. Realizările lor erau suficient de noi pentru a atrage un grup durabil de aderenți, îndepărtându-i de moduri rivale de activitate științifică. În același timp, ele erau suficient de deschise, de neîncheiate, pentru a lăsa soluționarea multor tipuri de probleme în sarcina noului grup de practicieni.

Realizările care împărtășesc aceste două caracteristici le voi numi în continuare „paradigme“, un termen strâns înrudit celui de „știință normală“. Alegându-l, am vrut să sugerez că unele exemple acceptate de practica științifică reală — exemple care cuprind, laolaltă, legi, teorii, aplicații și instrumentație — oferă modele din care apar anumite tradiții coerente de cercetare științifică. Ele sunt tradiții pe care istoricul le descrie sub rubrici ca

„astronomie ptolemaică“ (sau „copernicană“), „dinamică aristotelică“ (sau „newtoniană“), „optică corpusculară“ (sau „ondulatorie“) ş.a.m.d. Studierea paradigmelor (incluzând şi multe altele, mult mai specializate decât cele exemplificate înainte) este principala sursă de pregătire a studentului pentru a deveni membru într-o anumită comunitate ştiinţifică cu care va lucra mai târziu. Întrucât se va alătura unor oameni care au învăţat bazele domeniului lor din aceleaşi modele concrete, practica sa ulterioară va duce rareori la un dezacord deschis în probleme fundamentale. Oamenii a căror cercetare este bazată pe aceleaşi paradigme sunt angajaţi faţă de aceleaşi reguli şi standarde de practică ştiinţifică. Această angajare şi consensul evident pe care ea îl produce sunt condiţii indispensabile ale ştiinţei normale, adică ale genezei şi continuării unei anumite tradiţii de cercetare.

Deoarece conceptul de paradigmă va înlocui adesea, în acest eseu, o varietate de noţiuni familiare, trebuie spus mai mult despre motivele introducerii lui. De ce este realizarea ştiinţifică concretă (ca reper al angajării profesionale) anterioară diferitelor concepte, legi, teorii şi puncte de vedere ce pot fi abstrase din ea? În ce sens o paradigmă comună este o unitate fundamentală pentru cercetătorul dezvoltării ştiinţei, o unitate care nu poate fi pe deplin redusă la constituenţii ei logici elementari care ar putea funcţiona în locul ei? Când le vom întâlni în secţiunea V, răspunsurile la aceste întrebări şi la altele asemănătoare se vor dovedi fundamentale pentru înţelegerea ştiinţei normale şi a conceptului, înrudit, de paradigmă. Dar acea discuţie abstractă va depinde de o examinare anterioară a unor exemple de funcţionare efectivă a ştiinţei normale sau a paradigmei. În particular, ambele aceste concepte înrudite vor fi elucidate remarcând că poate exista un tip de cercetare ştiinţifică în lipsa paradigmelor sau, cel puţin, în lipsa unora atât de neechivoce şi constrângătoare ca cele citate mai înainte. Asimilarea unei paradigme şi a cercetării mai ezoterice pe care ea o favorizează este un semn de maturitate în dezvoltarea oricărei ştiinţe.

Dacă merge înapoi pe firul cunoaşterii ştiinţifice a oricărui grup particular de fenomene înrudite, istoricul va întâlni probabil unele variante minore ale unui model ilustrat aici prin istoria opticii.

Manualele de fizică din zilele noastre îi spun studentului că lumina înseamnă fotoni, adică entităţi mecanice-cuantice având unele caracteristici ondulatorii şi unele corpusculare. Cercetarea se efectuează în consecinţă sau, mai degrabă, corespunzător caracterizării mai minuţioase şi matematice din care este derivată această obişnuită formulare verbală. Această caracterizare a luminii nu este însă mai veche de o jumătate de secol. Înainte de a fi fost dezvoltată de către Planck, Einstein şi alţii la începutul acestui secol, textele de fizică ne învăţau că lumina era o mişcare ondulatorie transversală — o concepţie bazată pe o paradigmă derivată, în ultimă instanţă, din lucrările de optică ale lui Young şi Fresnel de la începutul secolului trecut. Dar teoria ondulatorie nu a fost prima care să fie adoptată de majoritatea fizicienilor din domeniul opticii. În secolul al XVIII-lea, paradigma respectivă era dată de *Optica* lui Newton, care susţinea că lumina este constituită din corpusculi materiali. În acea vreme, fizicienii căutau dovezi (pe care primii adepţi ai teoriei ondulatorii nu le căutaseră) ale presiunii exercitate de particulele de lumină asupra corpurilor solide[1].

Transformările paradigmelor opticii sunt revoluţii ştiinţifice, iar tranziţia succesivă de la o paradigmă la alta prin revoluţie constituie modelul obişnuit de dezvoltare a ştiinţei mature. Ceea ce nu este caracteristic perioadei anterioare operei lui Newton şi tocmai acest contrast ne interesează aici. Nici o perioadă cuprinsă între Antichitatea îndepărtată şi sfârşitul secolului al XVII-lea nu indică o singură concepţie, general acceptată, despre natura lumii. Dimpotrivă, un număr de şcoli şi subşcoli rivale adoptau o variantă sau alta a teoriilor epicureene, aristotelice sau platoniciene. Un grup considera că lumina înseamnă particule emanate de corpuri materiale; pentru un altul, ea era o modificare a mediului interpus între corp şi ochi; un al treilea explica lumina prin interacţiunea dintre mediu şi o emanaţie a ochiului; şi mai erau şi alte combinaţii şi modificări. Fiecare dintre şcolile respective se sprijinea pe o metafizică anumită; şi fiecare scotea în evidenţă, ca observaţii paradigmatice, un anumit grup de fenomene optice pe care propria

---

[1] Joseph Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours* (Londra, 1772) pp. 385–390.

ei teorie putea să-l explice cel mai bine. Celelalte observaţii erau tratate prin formule *ad hoc* sau rămâneau probleme în suspensie pentru cercetări ulterioare[2].

În diferite perioade, toate aceste şcoli au adus contribuţii importante la ansamblul de concepte, fenomene şi tehnici din care Newton a derivat prima paradigmă, aproape unanim acceptată, a opticii fizice. Orice definiţie a omului de ştiinţă care îi exclude cel puţin pe cei mai creativi membri ai acestor şcoli diferite îi va exclude de asemenea şi pe urmaşii lor moderni. Acei bărbaţi erau oameni de ştiinţă. Totuşi, oricine studiază istoria opticii prenewtoniene poate foarte bine să conchidă că, deşi practicienii domeniului erau oameni de ştiinţă, produsul net al activităţii lor era ceva mai puţin decât ştiinţă. Nefiind în stare să adopte nici un corp comun de idei, fiecare din ei se simţea obligat să reconstruiască edificiul opticii fizice din temelii. Procedând astfel, fiecare era relativ liber să-şi aleagă observaţiile şi experimentele confirmatoare, pentru că nu exista un ansamblu standard de metode sau de fenomene pe care fiecare optician să fie obligat să-l folosească şi să-l explice. În aceste condiţii, cărţile apărute constituiau adesea nu numai un dialog cu natura, dar şi cu membrii altor şcoli. Acest model nu este neobişnuit, astăzi, într-o serie de domenii de creaţie, după cum nu este incompatibil cu descoperiri sau invenţii semnificative. El nu este însă modelul de dezvoltare urmat de optica fizică postnewtoniană şi cu care ne-au familiarizat, astăzi, celelalte ştiinţe ale naturii.

Istoria cercetătorilor asupra electricităţii din prima jumătate a secolului al XVIII-lea oferă un exemplu mai concret şi mai bine cunoscut al modului în care se dezvoltă o ştiinţă înainte de a-şi asimila prima paradigmă universal acceptată. În această perioadă existau aproape tot atâtea concepţii despre natura electricităţii, câţi experimentatori importanţi: Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollet, Watson, Franklin şi alţii. Numeroasele concepţii despre electricitate aveau, toate, ceva comun, şi anume erau parţial derivate din una sau alta dintre versiunile filozofiei mecanico-corpusculare care ghida întreaga cercetare ştiinţifică a epocii.

[2] Vasco Ronchi, *Histoire de la lumière*, t. J. Taton (Paris, 1956), Cap. I–IV.

În plus, toate erau componente ale unor teorii ştiinţifice reale, teorii care fuseseră obţinute, în parte, din observaţii şi experimente, şi care determinau parţial alegerea şi interpretarea problemelor noi abordate în cercetare. Totuşi, deşi toate experimentele erau din domeniul electricităţii şi deci mai mulţi dintre experimentatori citeau lucrările celorlalţi, teoriile lor nu aveau mai mult decât o „asemănare de familie“[3].

Un grup mai vechi de teorii, urmând practica secolului al şaptesprezecelea, considera atracţia şi producerea prin frecare drept fenomenele electrice fundamentale. Acest grup era înclinat să trateze respingerea ca un efect secundar, datorat unui fel de destindere mecanică, şi de asemenea să amâne pe cât posibil atât discutarea cât şi examinarea sistematică a efectului recent descoperit de către Gray, conducţia electrică. Alţi „electricieni“ (termenul le aparţine) considerau atracţia şi respingerea manifestări la fel de elementare ale electricităţii, modificându-şi în consecinţă teoriile şi cercetarea. (De fapt, acest grup era extrem de mic; nici măcar teoria lui Franklin n-a explicat vreodată întru totul respingerea reciprocă a două corpuri încărcate negativ.) Dar ei întâmpinau tot atâtea dificultăţi ca şi primul grup în explicarea simultană a celor mai simple efecte de conducţie. Aceste efecte constituiau însă punctul de plecare al unui al treilea grup, care era înclinat să vadă în electricitate un „fluid“ care curge prin conductori, mai degrabă decât un „efluviu“ care emană de la neconductori. Acest grup, la rândul lui, avea dificultăţi în a împăca teoria cu un număr de efecte

[3] Duane Roller şi Duane H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb* („Harvard Case Histories in Experimental Science“, Case 8, Cambridge, Mass., 1954) şi I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin : Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), Cap. VII–XII. Pentru unele detalii analitice din paragraful care urmează, sunt îndatorat unui articol încă nepublicat al studentului meu, John L. Heilbron. Până la publicarea lui, o relatare mai amplă şi mai precisă a apariţiei paradigmei lui Franklin este inclusă în T S. Kuhn, „The Function of Dogma in Scientific Research“, în A. C. Crombie (Ed.), „Symposium on the History of Science, University of Oxford, July 9–15, 1961“, colecţia Heinemann Educational Books, 1963.

de atracţie şi respingere. Numai prin opera lui Franklin şi a urmaşilor săi imediaţi a apărut o teorie care putea explica la fel de uşor aproape toate aceste efecte şi care deci a fost capabilă să ofere şi a oferit generaţiei următoare de „electricieni“ o paradigmă comună de cercetare.

Excluzând acele domenii, ca matematica şi astronomia, în care primele paradigme solide datează din Antichitate, ca şi acelea, ca biochimia, care au apărut prin diviziunea şi recombinarea unor specialităţi deja mature, situaţiile schiţate mai sus sunt, istoric, tipice. Deşi, prin aceasta, continui să folosesc simplificarea nefericită care etichetează un episod istoric îndelungat cu un singur nume, oarecum arbitrar ales (de pildă, Newton sau Franklin), sunt de părere că dezacorduri fundamentale similare au caracterizat, de exemplu, studiul mişcării înainte de Aristotel şi al staticii înainte de Arhimede, studiul căldurii înainte de Black, sau al chimiei înainte de Boyle şi Boerhaave, ca şi al geologiei istorice înainte de Hutton. În unele părţi ale biologiei — studiul eredităţii, de pildă — primele paradigme universal admise sunt de dată şi mai recentă; şi rămâne încă de stabilit care părţi ale ştiinţelor sociale şi-au asimilat până acum asemenea paradigme. Istoria sugerează că drumul spre un consens ferm al cercetării este extrem de anevoios.

Dar istoria sugerează de asemenea şi unele cauze ale dificultăţilor întâmpinate pe acest drum. În lipsa unei paradigme sau a unui candidat la paradigmă, toate faptele care ar putea avea vreo legătură cu dezvoltarea unei anumite ştiinţe au toate şansele să pară la fel de relevante. În consecinţă, într-o fază iniţială, culegerea datelor este o activitate mult mai întâmplătoare decât cea cu care ne-a familiarizat dezvoltarea ştiinţifică ulterioară. Apoi, în lipsa unei raţiuni de a căuta o anume informaţie, mai sofisticată, culegerea iniţială a datelor se rezumă de obicei la bogăţia de fapte aflate la îndemână. Provizia de date, astfel acumulate, le va cuprinde pe cele accesibile observaţiilor şi experimentelor întâmplătoare împreună cu unele din datele mai ezoterice obţinute din meserii consacrate ca medicina, calendaristica sau metalurgia. Întrucât meseriile sunt o sursă uşor accesibilă de fapte care nu puteau fi descoperite întâmplător, tehnologia a jucat adesea un rol vital în apariţia noilor ştiinţe.

Dar, deşi acest gen de culegere a datelor a fost esenţial în apariţia multor ştiinţe importante, oricine studiază, de pildă, scrierile enciclopedice ale lui Pliniu sau istoriile naturale baconiene din secolul al şaptesprezecelea va descoperi că rezultatul este un talmeş-balmeş. Vom ezita oarecum să considerăm ştiinţifică această literatură. „Istoriile“ baconiene ale căldurii, culorii, vântului, mineritului ş.a.m.d. abundă în informaţii, unele obscure. Dar ele alătură fapte care se vor dovedi mai târziu revelatoare (de exemplu, încălzirea prin amestecare), altora (de exemplu, căldura grămezilor de bălegar) care, pentru o vreme, vor rămâne prea complexe pentru a putea fi integrate unei teorii[4]. În plus, întrucât orice descriere este inevitabil parţială, istoria naturală tipică omite adesea din relatările ei extrem de minuţioase tocmai acele detalii care, mai târziu, vor fi pentru oamenii de ştiinţă surse importante de înţelegere. Aproape nici una din „istoriile“ timpurii ale electricităţii, de exemplu, nu menţionează că bucăţile de hârtie atrase de o baghetă de sticlă frecată sunt apoi respinse. Acest efect părea mecanic, nu electric[5]. De altfel, deoarece adunarea întâmplătoare a faptelor dispune rareori de instrumentele necesare şi de răgazul de a fi critică, istoriile naturale suprapun frecvent descrieri ca acelea de mai sus altora — să zicem, încălzirea prin antiperistază (sau prin răcire) — pe care astăzi nu suntem în stare să le confirmăm[6]. Numai cu totul ocazional, ca în cazul vechii statici, dinamici sau optici geometrice, faptele acumulate sub slaba îndrumare a unor teorii încă neacceptate se impun cu suficientă forţă pentru a permite apariţia unei prime paradigme.

---

[4] De comparat cu schiţa unei istorii naturale a căldurii în *Novum Organum* al lui Bacon, vol. VIII din *The Works of Francis Bacon*, ed. J. Spedding, R. L. Ellis şi D. D. Heath (New York, 1869), pp. 179–203.

[5] Roller şi Roller, *op. cit.*, pp. 14, 22, 28, 43. Efectele de respingere au fost unanim recunoscute ca fiind cert electrice numai după lucrarea menţionată în ultimul din aceste exemple.

[6] Bacon, *op. cit.*, pp. 235, 337, scrie: „Apa călduţă îngheaţă mai uşor decât apa rece.“ O relatare parţială a istoriei timpurii a acestei bizare observaţii poate fi găsită în Marshall Clagett, *Giovanni Marliani and Late Medieval Physics* (New York, 1941), Cap. 4.

Aceasta este situaţia care a creat şcolile caracteristice stadiilor timpurii ale dezvoltării unei ştiinţe. Nici o istorie a unei ştiinţe a naturii nu poate fi interpretată în absenţa (cel puţin a) unui corp implicit de convingeri teoretice şi metodologice intim interpătrunse, care să permită selecţia, evaluarea şi critica. Dacă acest corp de convingeri nu este deja implicit în acumularea faptelor — în care caz, este vorba de mai mult decât „simple fapte“ la îndemână —, el trebuie să fie procurat din exterior, poate de la o filozofie curentă, de la o altă ştiinţă sau printr-un accident personal şi istoric. Nu este deci de mirare că în stadiile timpurii de dezvoltare a oricărei ştiinţe, când sunt confruntaţi cu aceeaşi clasă de fenomene, dar de obicei nu şi cu aceleaşi fenomene particulare, oameni diferiţi le descriu şi le interpretează în moduri diferite. Ceea ce este însă surprinzător, şi poate unic ca intensitate în domeniile pe care le numim ştiinţă, este că asemenea divergenţe iniţiale pot cândva dispărea într-o mare măsură.

Pentru că ele dispar, într-adevăr, într-o măsură considerabilă şi, se pare, o dată pentru totdeauna. Dispariţia lor este de obicei cauzată de triumful uneia dintre şcolile anterioare paradigmei, aceea care, datorită propriilor ei convingeri şi preconcepţii, scotea în evidenţă numai o anumită parte a fondului informaţional rudimentar şi mult prea vast. Acei „electricieni“ care au conceput electricitatea ca un fluid şi care deci au pus în mod deosebit accentul pe conducţie reprezintă un exemplu concludent în această privinţă. Stimulaţi de această convingere (care făcea faţă cu greu multiplicităţii efectelor de atracţie şi respingere, deja cunoscute), unii dintre ei au avut ideea de a îmbutelia fluidul electric. Rezultatul imediat al eforturilor lor a fost butelia de Leyda, un dispozitiv care, probabil, n-ar fi fost niciodată descoperit printr-o explorare ocazională sau întâmplătoare a naturii, dar care de fapt a fost elaborat independent de cel puţin doi investigatori la începutul deceniului al patrulea al secolului al XVIII-lea[7]. Încă de la începutul cercetărilor sale asupra electricităţii, Franklin a fost deosebit de preocupat de a explica acest straniu şi, pe atunci, extrem de revelator aparat. Reuşita explicaţiei sale a fost cel mai convingător argument

[7] Roller şi Roller, op. *cit.*, pp. 51–54.

care a făcut din teoria sa o paradigmă; deşi o paradigmă încă incapabilă să explice chiar toate cazurile cunoscute de respingere electrică[8]. Pentru a fi acceptată ca o paradigmă, o teorie trebuie să pară superioară rivalelor sale, dar nu trebuie neapărat (şi, de fapt, niciodată nu poate) să explice toate faptele cu care poate fi confruntată.

Teoria fluidului electric a însemnat pentru subgrupul care a adoptat-o ceea ce, mai târziu, a însemnat pentru întregul grup al „electricienilor" paradigma frankliniană. Ea indica experimentele care merită să fie realizate precum şi cele care nu merită, fiind orientate doar spre aspectele secundare sau mult prea complexe ale fenomenelor electrice. Numai paradigma promovează o cercetare realmente eficientă: pe de o parte, pentru că prin încheierea disputelor dintre şcoli se punea astfel capăt reluării permanente a problemelor fundamentale; pe de altă parte, pentru că încrederea că se aflau pe calea cea bună îi încuraja pe oamenii de ştiinţă să întreprindă investigaţii mai precise, mai ezoterice şi mai îndelungate[9]. Eliberat de preocuparea de a elucida natura fenomenelor electrice, grupul unit al „electricienilor" a putut investiga mai minuţios fenomene particulare, proiectând în acest scop aparate mult mai specializate, pe care le-au folosit mult mai sistematic şi stăruitor decât au făcut-o vreodată înaintaşii lor. Atât adunarea faptelor cât şi articularea teoriei au devenit activităţi extrem de direcţionate. Eficacitatea şi eficienţa cercetării în electricitate au

---

8 O dificultate supărătoare era respingerea reciprocă a corpurilor încărcate negativ; a se vedea Cohen, *op. cit.*, pp. 491–494, 531–543.

9 Trebuie însă remarcat că acceptarea teoriei lui Franklin nu a pus capăt tuturor disputelor. În 1753, Robert Symmer a propus o versiune cu două fluide a acelei teorii şi mulţi ani după aceea „electricienii" mai discutau încă dacă electricitatea este un singur fluid sau două. Dar dezbaterile pe această temă nu fac decât să confirme ceea ce am afirmat mai sus despre modul în care o realizare unanim recunoscută uneşte o profesiune. Deşi continuau să fie în dezacord asupra acestui aspect, „electricienii" au ajuns curând la concluzia că nici un test experimental nu poate distinge cele două versiuni ale teoriei şi că deci acestea erau echivalente. După aceea, ambele şcoli au putut să beneficieze şi au beneficiat de toate avantajele oferite de teoria lui Franklin (*ibid.*, pp. 543–546, 548–554).

sporit în mod corespunzător, confirmând o versiune socială a pătrunzătoarei maxime metodologice a lui Francis Bacon: „Adevărul apare mai uşor din eroare decât din confuzie.“[10]

Vom examina natura acestei cercetări foarte direcţionate sau bazate-pe-paradigmă în secţiunea următoare; înainte de aceasta însă, să vedem pe scurt cum afectează apariţia unei paradigme structura grupului care activează în acest domeniu. În dezvoltarea unei ştiinţe a naturii, atunci când un individ sau un grup produce, pentru prima oară, o sinteză capabilă să atragă majoritatea practicienilor noii generaţii, vechile şcoli dispar treptat. În parte, dispariţia lor este cauzată de convertirea membrilor lor la noua paradigmă. Există însă întotdeauna unii oameni care se agaţă de una sau alta din vechile concepţii, dar ei sunt pur şi simplu expulzaţi din breaslă, iar lucrările lor sunt ignorate. Noua paradigmă implică o nouă şi mai rigidă definire a domeniului. Cei care nu doresc sau nu sunt capabili să-şi acomodeze activitatea la noua orientare sunt nevoiţi să lucreze izolaţi sau să se alăture vreunui alt grup[11]. Din punct de vedere istoric, aceştia au rămas adesea în domeniile filozofiei, din care s-au desprins atâtea ştiinţe particulare. Aşa cum sugerează aceste observaţii, uneori tocmai acceptarea unei paradigme transformă un grup, iniţial preocupat numai de studierea

[10] Bacon, *op. cit.*, p. 210.

[11] Istoria electricităţii oferă un excelent exemplu care poate fi întâlnit şi în cariera lui Priestley, Kelvin şi a altora. Franklin relatează că Nollet, care la mijlocul secolului era cel mai influent dintre cercetătorii continentali, „a trăit să se vadă ultimul din Secta sa, exceptându-l pe dl B — Elevul şi Discipolul său imediat“ (Max Farrant (ed.), *Benjamin Franklin's Memoirs*, Berkeley, Calif., 1949, pp. 384–386). Mai interesantă însă este rezistenţa unor întregi şcoli în izolarea lor tot mai accentuată de ştiinţa profesională. Să considerăm, de pildă, cazul astrologiei care fusese odată parte integrantă a astronomiei; sau continuarea, la sfârşitul secolului al XVIII-lea şi începutul secolului al XIX-lea, a tradiţiei odinioară respectate a chimiei „romantice“. Aceasta este tradiţia discutată de Charles C. Gillispie în „The *Encyclopédie* and the Jacobin Philosophy of Science: A Study in Ideas and Consequences“, *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), pp. 255–289; şi „The Formation of Lamarck's Evolutionary Theory“, *Archives internationales d'histoire des sciences*, XXXVII, (1956), pp. 323–338.

naturii, într-o profesiune sau, cel puţin, o disciplină. În ştiinţe (deşi nu în domenii ca medicina, tehnologia şi dreptul, a căror principală *raison d'être* este o necesitate socială exterioară), apariţia unor publicaţii specializate, întemeierea unor societăţi de specialişti şi revendicarea unui loc aparte în planurile de învăţământ au fost de obicei legate de prima adoptare a unei singure paradigme de către un grup. Cel puţin aşa stau lucrurile de un secol şi jumătate, de când s-a dezvoltat pentru prima oară structura instituţională a profesiunii ştiinţifice şi până în vremurile cele mai recente când atributele specializării au dobândit un prestigiu de sine stătător.

Definirea mai rigidă a grupului ştiinţific are şi alte consecinţe. Când omul de ştiinţă se poate baza pe o paradigmă, el nu mai este nevoit (în lucrările sale principale) să încerce să-şi reconstruiască domeniul, plecând de la primele principii şi justificând folosirea fiecărui concept introdus. Toate acestea pot fi lăsate în seama autorului de manuale. Existenţa unui manual îi permite omului de ştiinţă creator să-şi înceapă cercetarea de unde manualul se opreşte şi astfel să se concentreze exclusiv asupra celor mai subtile şi ezoterice aspecte ale fenomenelor naturale studiate de grupul său. Şi, pe măsură ce procedează astfel, comunicarea cercetărilor sale va îmbrăca forme noi, a căror evoluţie a fost prea puţin studiată, dar ale căror produse finite moderne sunt evidente pentru toţi şi copleşitoare pentru mulţi. Cercetările sale nu vor mai fi încorporate în cărţi ca *Experimentele... asupra electricităţii* a lui Franklin sau ca *Originea speciilor* a lui Darwin, destinate tuturor celor interesaţi în problemele domeniului respectiv. În schimb, ele vor apărea sub forma unor articole succinte, adresate numai colegilor din aceeaşi profesiune, oameni despre care se poate presupune că împărtăşesc şi cunosc aceeaşi paradigmă şi care se dovedesc a fi singurii în stare să înţeleagă aceste articole.

În ştiinţele contemporane, cărţile sunt de obicei fie manuale, fie reflecţii retrospective asupra unui aspect sau altuia al vieţii ştiinţifice. Omul de ştiinţă care scrie o carte are mai multe şanse să-şi strice decât să-şi întărească reputaţia profesională. Numai în stadiile timpurii, preparadigmatice, ale dezvoltării diferitelor ştiinţe, cartea avea de obicei aceeaşi semnificaţie pentru reuşita profesională pe care o are încă în alte domenii de creaţie. Şi numai în

acele domenii în care cartea continuă să fie (alături de articole sau fără ele) un vehicul al comunicării cercetărilor, direcţiile de profesionalizare sunt încă atât de vagi încât profanul mai poate spera să ţină pasul citind lucrările originale ale practicienilor. Atât în matematici cât şi în astronomie, rapoartele de cercetare au încetat încă din Antichitate să mai fie accesibile unui public de cultură generală. În dinamică, cercetarea a devenit la fel de ezoterică spre sfârşitul Evului Mediu, redobândindu-şi inteligibilitatea de ansamblu pentru puţină vreme, la începutul secolului al şaptesprezecelea, când o nouă paradigmă a înlocuit-o pe cea care orientase cercetarea medievală. În electricitate, cercetarea a trebuit, pentru prima oară, să fie tradusă în limbajul profanului spre sfârşitul secolului al optsprezecelea, iar multe alte domenii ale fizicii au încetat să mai fie general accesibile în secolul al nouăsprezecelea. În cursul acestor două secole, pot fi identificate tranziţii asemănătoare în diferite sectoare ale ştiinţelor biologice. În unele părţi ale ştiinţelor sociale ele survin probabil în zilele noastre. Deşi a devenit un obicei, şi pe bună dreptate, să deplângem prăpastia tot mai largă care-l separă pe omul de ştiinţă profesionist de colegii săi din alte domenii, s-a dat prea puţină atenţie relaţiei esenţiale dintre această prăpastie şi mecanismele intrinseci evoluţiei ştiinţifice.

Încă din vremuri imemorabile, unul după altul, domeniile de cercetare au trecut graniţa dintre ceea ce istoricul ar putea numi preistoria lor ca ştiinţe şi istoria lor propriu-zisă. Aceste tranziţii spre maturitate au fost rareori atât de instantanee sau neechivoce pe cât lasă să se înţeleagă prezentarea mea, inevitabil schematică. Dar, considerate istoric, ele nu au fost nici treptate, nici coextensive, adică, în acelaşi pas cu întreaga dezvoltare a domeniilor în care au avut loc. Cercetătorii electricităţii din primele patru decenii ale secolului al optsprezecelea dispuneau de mult mai multă informaţie despre fenomenele electrice decât predecesorii lor din secolul al XVI-lea. Iar în jumătatea de secol de după 1740, doar câteva tipuri noi de fenomene electrice s-au adăugat cunoştinţelor lor. Totuşi, în câteva privinţe importante, cercetările lui Cavendish, Coulomb şi Volta din ultima treime a acelui secol păreau mult mai îndepărtate de cele ale lui Gray, Du Fay şi chiar Franklin, decât sunt acestea

din urmă de cele ale secolului al XVI-lea[12]. La un moment dat, între 1740 şi 1780, „electricienii“ au fost pentru prima oară în stare să considere fundamentele domeniului lor drept incontestabile. Din acel moment, ei s-au îndreptat spre probleme mai concrete şi mai adânci; şi, într-o măsură tot mai mare, îşi comunicau rezultatele mai degrabă în articole adresate celorlalţi colegi decât în cărţi adresate lumii culte, în general. Ca grup, ei au dobândit ceea ce fusese câştigat de astronomi în Antichitate şi de cercetătorii mişcării în Evul Mediu, de optica fizică la sfârşitul secolului al şaptesprezecelea şi de geologia istorică la începutul secolului al nouăsprezecelea. Şi anume, ei au dobândit o paradigmă care s-a dovedit capabilă să orienteze cercetarea întregului grup. Chiar dacă facem abstracţie de avantajul pe care ni-l dă privirea retrospectivă, este greu de găsit un alt criteriu care, în mod atât de evident, să facă dintr-un domeniu o ştiinţă.

[12] Dezvoltările postfrankliniene constau în: o creştere considerabilă în sensibilitatea detectorilor de sarcină, primele tehnici sigure şi larg răspândite de măsurare a sarcinii, evoluţia conceptului de capacitate şi relaţia sa cu noţiunea, perfecţionată, de tensiune electrică, şi cuantificarea forţei electrostatice. Despre toate acestea, a se vedea Roller şi Roller, *op. cit.*, pp. 66–81; W. C. Walker, „The Detection and Estimation of Electric Charges in the Eighteenth Century“, *Annals of Science*, 1 (1936) pp. 66–100; şi Edmund Hoppe, *Geschichte der Elektrizität*, (Leipzig, 1884), Partea I, Cap. III–IV.

III

Natura științei normale

Care este deci natura cercetării mai profesionale şi ezoterice pe care o îngăduie adoptarea unei singure paradigme de către u grup? Dacă paradigma este o operă realizată o dată pentru totdeauna, ce alte probleme lasă ea grupului spre rezolvare? Aceste întrebări vor apărea şi mai acute dacă notăm că, într-o privință, termenii folosiți până acum ar putea să inducă în eroare. În accepția ei uzuală, o paradigmă este un model sau un cadru acceptat; acest sens al ei mi-a permis, în lipsa unui termen mai bun, să circumscriu până acum „paradigma“. Dar se va vedea imediat că sensul de „model“ sau „cadru“ nu este deloc cel obişnuit pentru definirea „paradigmei“. În gramatică, de pildă, „*amo, amas, amat*“ este o paradigmă întrucât dezvăluie structura utilizabilă în conjugarea unui mare număr de verbe latine; de exemplu, generarea lui „*laudo, laudas, laudat*“. În această aplicație standard, paradigma operează permițând repetarea unor exemple, fiecare din acestea putând, în principiu, să o înlocuiască. Într-o ştiință însă, o paradigmă este rareori supusă repetării. Dimpotrivă, asemenea unei decizii judecătoreşti, potrivit obiceiului pământului, ea este supusă unei noi articulări şi precizări, în condiții noi sau mai riguroase.

Pentru a surprinde acest aspect, trebuie să înțelegem cât de limitată, ca amploare şi precizie, poate fi o paradigmă în momentul apariției ei. Paradigmele îşi câştigă un statut pentru că reuşesc mai bine decât rivalele lor să rezolve câteva din problemele considerate acute de către grupul de practicieni. Dar a reuşi mai bine nu înseamnă a reuşi complet în cazul unei singure probleme sau a reuşi remarcabil în cazul oricât de multor probleme. Reuşita unei paradigme — fie că este vorba despre analiza aristotelică a mişcării, calculele lui Ptolemeu asupra poziției planetelor, folosirea balanței de către Lavoisier sau despre matematizarea de către Maxwell a

câmpului electromagnetic — este la început mai mult o promisiune a reuşitei dezvăluită de anumite exemple privilegiate şi încă incomplete. Ştiinţa normală constă în înfăptuirea acestei promisiuni, o înfăptuire realizată prin extinderea cunoaşterii acelor fapte pe care paradigma le înfăţişează ca deosebit de semnificative, prin sporirea corespondenţei dintre aceste fapte şi predicţiile paradigmei şi prin articularea în continuare a paradigmei înseşi.

Puţini dintre oamenii care nu lucrează efectiv într-o ştiinţă matură îşi dau seama câtă muncă de grădinărit cere o paradigmă şi cât de fascinantă se poate dovedi a fi o astfel de muncă. Aceste aspecte trebuie înţelese. Operaţiile de grădinărit ocupă întreaga carieră a majorităţii oamenilor de ştiinţă. Ele constituie ceea ce numesc aici ştiinţă normală. Examinată mai îndeaproape, fie istoric, fie în laboratoarele contemporane, această întreprindere pare o încercare de a forţa natura într-un tipar prestabilit şi relativ inflexibil furnizat de către paradigmă. În nici o privinţă scopul paradigmei nu este de a face apel la noi tipuri de fenomene; mai mult, cele care nu se potrivesc tiparului sunt adesea complet ignorate. Oamenii de ştiinţă nu vizează în mod normal să inventeze noi teorii, iar adesea sunt chiar intoleranţi faţă de cele inventate de alţii[1]. Dimpotrivă, cercetarea ştiinţifică normală este îndreptată spre articularea acelor fenomene şi teorii oferite deja de paradigmă.

Poate că acestea sunt defecte. Ariile investigate de ştiinţa normală sunt fireşte minuscule; ştiinţa normală are o viziune extrem de restrânsă. Dar restricţiile, născute din încrederea într-o paradigmă, se dovedesc a fi esenţiale pentru dezvoltarea ştiinţei. Concentrând atenţia asupra unei arii restrânse de probleme relativ ezoterice, paradigma îi obligă pe oamenii de ştiinţă să investigheze o parte a naturii în detalii şi adâncimi de neatins în alte condiţii. Şi ştiinţa normală posedă un mecanism intern care asigură relaxarea restricţiilor care încorsetează cercetarea, ori de câte ori paradigma care le impune încetează de a mai funcţiona efectiv. În acel moment, oamenii de ştiinţă încep să se comporte diferit, iar natura problemelor lor de cercetare se schimbă. Între timp însă, când

[1] Bernard Barber, „Resistance by Scientists to Scientific Discovery“, *Science*, CXXXIV (1961), pp. 596–602.

paradigma continuă să aibă succes, grupul de practicieni va fi rezolvat probleme pe care membrii lui cu greu şi le-ar fi imaginat şi pe care nu le-ar fi abordat niciodată dacă n-ar fi adoptat acea paradigmă. Cel puţin o parte din această realizare se dovedeşte întotdeauna a fi permanentă.

Pentru a arăta mai clar ceea ce se înţelege prin cercetare normală sau bazată-pe-paradigmă voi încerca să clasific şi să ilustrez problemele din care este compusă în principal ştiinţa normală. Pentru comoditate, voi lăsa pentru mai târziu activitatea teoretică şi voi începe cu adunarea faptelor, adică cu experimentele şi observaţiile descrise în revistele de specialitate, prin care oamenii de ştiinţă îşi informează colegii despre rezultatele cercetărilor lor curente. Care aspecte ale naturii sunt descrise în mod obişnuit de către oamenii de ştiinţă? Ce determină alegerea lor? Şi, întrucât majoritatea observaţiilor ştiinţifice consumă mult timp, aparataj şi bani, ce îl determină pe omul de ştiinţă să ducă la bun sfârşit acea alegere?

Cred că există numai trei obiective normale pentru investigarea ştiinţifică factuală şi că ele nu sunt întotdeauna distincte. Primul este acea clasă de fapte pe care paradigma le-a identificat ca deosebit de revelatoare despre natura lucrurilor. Folosindu-le în rezolvarea problemelor, paradigma le-a făcut demne de a fi determinate cu mai multă precizie şi într-o mai largă varietate de situaţii. Într-un moment sau altul, aceste determinări factuale semnificative constau din: în astronomie — poziţia şi mărimea stelelor, perioadele de eclipsă ale unor stele duble şi ale planetelor; în fizică — greutatea şi compresibilitatea specifică a unor materiale, lungimile de undă şi intensităţile spectrale, conductibilitatea electrică şi potenţialele de contact; iar în chimie — compoziţie şi greutăţi atomice, puncte de fierbere şi aciditatea soluţiilor, formule de structură şi activităţi optice. Încercările de a spori precizia şi amploarea cunoaşterii unor asemenea fapte ocupă un loc important în literatura ştiinţei experimentale şi observaţionale. În permanenţă au fost proiectate, în acest scop, aparate complexe, iar inventarea, construirea şi funcţionarea lor au cerut talent deosebit, mult timp şi sprijin financiar considerabil. Sincrotroanele şi radiotelescoapele oferă numai cele mai recente exemple ale eforturilor de care sunt

în stare cercetătorii atunci când o paradigmă le dă certitudinea că faptele pe care le caută sunt importante. De la Tycho Brahe la E. O. Lawrence, unii oameni de ştiinţă şi-au câştigat o mare reputaţie nu datorită unei noi descoperiri ci preciziei, siguranţei şi sferei metodelor pe care le-au dezvoltat în vederea redeterminării unei categorii de fapte deja cunoscute.

O a doua clasă curentă, dar mai mică, de determinări factuale vizează acele fapte care (deşi nu prezintă adesea un interes intrinsec) pot fi direct comparate cu predicţiile paradigmei. Aşa cum vom vedea îndată, când voi trece de la problemele experimentale la cele teoretice ale ştiinţei normale, există puţine zone în care o teorie ştiinţifică (mai ales dacă este formulată în mare măsură matematic) poate fi direct comparată cu natura. Nu mai mult de trei asemenea zone sunt, până acum, accesibile teoriei relativităţii generalizate[2]. Apoi chiar în acele zone în care compararea este posibilă, ea implică frecvent aproximări teoretice şi experimentale care limitează serios concordanţa aşteptată. Îmbunătăţirea acestei concordanţe sau găsirea unor noi zone în care ea poate fi validată până la urmă pun permanent la încercare talentul şi imaginaţia experimentatorului şi observatorului. Telescoape special construite pentru a valida predicţia copernicană a paralaxei anuale; maşina lui Atwood inventată cu aproape un secol după *Principia* pentru a da prima demonstraţie neechivocă a celei de a doua legi a lui Newton; aparatul lui Foucault pentru a arăta că viteza luminii este mai mare în aer decât în apă; sau giganticul contor de scintilaţii menit să demonstreze existenţa neutrinului —

---

[2] Singura verificare consacrată este precesia periheliului planetei Mercur. Deplasarea spre roşu în spectrul de lumină al stelelor depărtate poate fi derivată din consideraţii mai elementare decât relativitatea generalizată şi acelaşi lucru s-ar putea spune despre curbura luminii în jurul soarelui, o problemă oarecum disputată astăzi. În orice caz, măsurările acestui din urmă fenomen rămân echivoce. O altă verificare pare să fi fost stabilită foarte recent: deplasarea gravitaţională a radiaţiei Mössbauer. Poate vor apărea în curând şi altele în acest domeniu astăzi activ, dar multă vreme adormit. Pentru o prezentare concisă şi la zi a problemei, a se vedea L. I. Schiff, „A Report on the NASA Conference on Experimental Tests of Theories of Relativity“, *Physics Today*, XIV (1961), pp. 42–48.

toate aceste aparate speciale şi multe altele asemănătoare ilustrează imensele eforturi şi talente care au fost solicitate pentru a stabili un acord cât mai strâns între teorie şi natură[3].

Încercarea de a demonstra un asemenea acord constituie un al doilea tip de activitate experimentală normală şi depinde chiar mai evident decât prima de o paradigmă. Existenţa paradigmei defineşte probleme de rezolvat; adesea, teoria paradigmă este implicată direct în proiectarea aparatului capabil să rezolve probleme. Fără *Principia*, de pildă, măsurările făcute cu maşina lui Atwood n-ar fi avut nici o semnificaţie.

O a treia clasă de experimente şi observaţii epuizează, cred, activităţile de culegere a faptelor proprii ştiinţei normale. Ea constă din travaliul empiric menit să articuleze teoria paradigmă, dizolvând ambiguităţile rămase şi permiţând rezolvarea problemelor asupra cărora anterior ea atrăsese doar atenţia. Această clasă se dovedeşte a fi cea mai importantă dintre toate. Pentru descrierea ei va fi necesar să o subdivizăm. În ştiinţele mai matematizate, unele din experimentele menite să articuleze paradigme sunt orientate spre determinarea constantelor fizice. Teoria lui Newton, de pildă, arată că forţa gravitaţională dintre două unităţi de masă la o unitate de distanţă va fi aceeaşi pentru toate tipurile de materie în orice loc al universului. Dar propriile probleme ale lui Newton puteau fi rezolvate fără a estima măcar mărimea acestei atracţii, constanta gravitaţională universală, şi, timp de un secol de la apariţia lucrării *Principia*, nimeni altcineva nu a imaginat un aparat capabil să o determine. Iar faimoasa determinare a lui Cavendish, din 1790, nu avea să fie nici ultima. Datorită poziţiei centrale

---

[3] Pentru două din telescoapele pentru paralaxe, a se vedea Abraham Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the 18th Century* (2d ed.; Londra, 1952), pp. 103–105. Pentru maşina lui Atwood, vezi N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), pp. 100–102, 207–208. Pentru ultimele două aparate, vezi M. L. Foucault „Méthode générale pour mesurer la vitesse de la lumière dans l'air et les milieux transparents“, *Comptes rendus... de l'Académie des sciences*, XXX (1850), pp. 551–560; şi C. L. Cowan, Jr. et al., „Detection of the Free Neutrino: A Confirmation“, *Science*, CXXIV(1956), pp. 103–104.

ocupate în teoria fizică, valorile îmbunătăţite ale constantei gravitaţionale au fost obiectul unor repetate eforturi întreprinse de atunci de numeroşi experimentatori remarcabili[4]. Alte exemple ilustrând acelaşi efort neîntrerupt ar fi determinările unităţii astronomice, numărul lui Avogadro, coeficientul lui Joule, sarcina electronului, şi aşa mai departe. Puţine din aceste eforturi minuţioase ar fi fost concepute (şi nici unul n-ar fi fost realizat) fără o teorie paradigmă care să definească problemele şi să garanteze existenţa unei soluţii certe.

Eforturile de a articula o paradigmă nu se reduc însă la determinarea constantelor universale. Ele pot viza, de asemenea, formularea unor legi cantative: legea lui Boyle care corelează presiunea cu volumul unui gaz, legea atracţiei electrice a lui Coulomb şi formula lui Joule, corelând căldura generată de rezistenţa şi curentul electric — toate intră în această categorie. Poate nu este evident că o paradigmă este premisa necesară descoperirii unor legi de acest fel. Ni se spune adesea că ele sunt descoperite prin examinarea unor măsurători întreprinse de dragul lor, fără vreo implicaţie teoretică. Dar istoria nu confirmă o metodă atât de excesiv baconiană. Experimentele lui Boyle nu puteau fi concepute (iar dacă ar fi fost, ar fi primit o altă interpretare sau nici una) până când aerul nu a fost considerat un fluid elastic căruia să i se poată aplica toate conceptele elaborate ale hidrostaticii[5]. Succesul lui Coulomb depindea de aparatul special construit de el pentru a măsura forţa dintre două sarcini. (Cei care măsuraseră înainte forţele electrice, folosind obişnuitele balanţe cu talere etc., nu găsiseră nici o regularitate constantă sau simplă.) Dar acest aparat

---

[4] J. H. P[oynting] trece în revistă vreo două duzini de măsurători ale constantei gravitaţionale, între 1741 şi 1901, în „Gravitation Constant and Mean Density of the Earth", *Encyclopaedia Britannica* (11th ed.; Cambridge, 1910–1911) XII, pp. 385–389.

[5] Pentru o transplantare deplină a conceptelor hidrostaticii în pneumatică, vezi *The Physical Treaties of Pascal*, trad. I.H.B. Spiers şi A.G.H. Spiers, cu o introducere şi note de F Barry (New York, 1937). Ideea iniţială a paralelismului, a lui Torricelli, („trăim pe fundul unui ocean de aer") apare la p. 164. Dezvoltarea ei rapidă este arătată în cele două tratate principale.

depindea, la rândul lui, de recunoaşterea prealabilă a faptului că fiecare particulă a fluidului electric acţionează, la distanţă, asupra oricărei alteia. Tocmai forţa dintre asemenea particule — singura forţă care putea fi cert admisă ca o simplă funcţie de distanţă — era aceea pe care o căuta Coulomb[6]. Experimentele lui Joule pot fi de asemenea considerate pentru a ilustra felul în care legile cantitative apar prin articularea paradigmei. De fapt, relaţia dintre paradigma calitativă şi legea cantitativă este într-atât de generală şi strânsă încât, de la Galileu încoace, astfel de legi au fost adesea corect intuite cu ajutorul unei paradigme cu ani înainte ca aparatul pentru determinarea lor experimentală să poată fi proiectat[7].

În sfârşit, există şi un al treilea tip de experiment care vizează articularea unei paradigme. Mai mult decât celelalte, acesta poate fi asemănat explorării, fiind deosebit de răspândit în perioadele şi ştiinţele preocupate mai mult de aspectele calitative decât cantitative ale regularităţilor naturii. Adesea, o paradigmă elaborată pentru o clasă de fenomene se dovedeşte a fi ambiguă când este aplicată la alte clase, strâns înrudite. În astfel de cazuri, sunt necesare experimente care să aleagă între modalităţi alternative de aplicare a paradigmei la noua clasă de fenomene. De pildă, aplicaţiile paradigmei teoriei calorice vizau încălzirea şi răcirea prin amestecuri şi schimbări de stare. Dar căldura poate fi eliberată sau absorbită prin multe alte căi — de pildă, prin combinaţii chimice, frecare, şi prin comprimarea sau absorbţia unui gaz — şi fiecăruia din aceste alte fenomene teoria i se poate aplica în diferite feluri. Dacă vidul are, de exemplu, capacitate calorică, atunci încălzirea prin comprimare poate fi explicată ca rezultat al amestecului gazului cu vidul. Sau se poate datora unei schimbări în căldura specifică a gazelor, odată cu schimbarea presiunii. Mai sunt şi alte explicaţii pe lângă acestea. Numeroase experimente

---

6 Duanne Roller şi Duanne H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from Greeks to Coulomb* („Harvard Case Histories in Experimental Science“, Case 8; Cambridge, Mass., 1954) pp. 66–80.

7 Pentru exemple, vezi T S. Kuhn, „The Function of Measurement in Modern Physical Science“, *Isis*, LII (1961), pp. 161–193.

au fost întreprinse pentru a explora asemenea posibilităţi variate şi a distinge între ele; toate aceste experimente rezultă din teoria calorică-ca-paradigmă şi toate o folosesc în proiectarea experimentelor şi interpretarea rezultatelor[8]. De îndată ce fenomenul căldurii prin comprimare a fost stabilit, toate celelalte experimente, în acest domeniu, deveneau astfel dependente de paradigmă. Fiind dat fenomenul, cum s-ar fi putut altfel alege un experiment care să-l elucideze?

Să ne ocupăm acum de problemele teoretice ale ştiinţei normale, care se împart în aproape aceleaşi categorii ca şi cele experimentale şi observaţionale. O parte a activităţii teoretice normale (deşi numai o mică parte) constă numai în folosirea teoriei existente pentru predicţia informaţiei factuale de o valoare intrinsecă. Întocmirea tabelelor astronomice, calcularea caracteristicilor lentilei sau trasarea curbelor de propagare a undelor radio sunt exemple de astfel de probleme. Oamenii de ştiinţă le consideră însă o treabă de corvoadă care poate fi încredinţată inginerilor şi tehnicienilor. Ele nu apar niciodată în număr prea mare în reviste ştiinţifice importante. Aceste reviste cuprind, în schimb, numeroase discuţii teoretice ale unor probleme care, pentru nespecialist, par aproape identice. Ele sunt aplicaţii ale teoriei, efectuate nu pentru că predicţiile la care duc au o valoarea intrinsecă, ci pentru că ele pot fi confruntate direct cu experimentul. Scopul lor este de a releva o nouă aplicaţie a paradigmei sau de a spori precizia unei aplicaţii deja realizate.

Nevoia unei asemenea activităţi rezultă din imensele dificultăţi întâmpinate adesea în descoperirea punctelor de contact între o teorie şi natură. Aceste dificultăţi pot fi succint ilustrate printr-o examinare a istoriei dinamicii de după Newton. La începutul secolului al XVIII-lea, acei oameni de ştiinţă care considerau *Principia* o paradigmă acceptau fără ezitare generalitatea concluziilor ei şi aveau toate motivele să procedeze astfel. Nici o altă operă a istoriei ştiinţei nu permisese, simultan, o asemenea extindere şi precizie a cercetării. Pentru bolta cerească, Newton a derivat legile mişcării planetelor, ale lui Kepler, şi a explicat de asemenea

---

[8] T. S. Kuhn, „The Caloric Theory of Adiabatic Compression“, *Isis*, XLIX (1958), pp. 132–140.

anumite cazuri în care se observă că Luna le încalcă. Pentru Pământ, el a derivat rezultatele unor observaţii dispersate despre pendule şi maree. Cu ajutorul unor ipoteze suplimentare dar *ad hoc*, el a fost de asemenea în stare să deducă legea lui Boyle ca şi o formulă importantă a vitezei sunetului în aer. Dată fiind starea ştiinţei în acea vreme, succesul acestor demonstraţii a fost cu totul impresionant. Totuşi, dată fiind presupusa generalitate a legilor lui Newton, numărul acestor aplicaţii nu era mare, iar Newton nu a mai elaborat aproape nici o altă aplicaţie. Apoi, comparate cu ceea ce orice student în fizică poate realiza astăzi cu aceleaşi legi, puţinele aplicaţii ale lui Newton nu erau nici măcar elaborate cu precizie. În sfârşit, *Principia* fusese destinată să fie aplicată mai ales problemelor mecanicii cereşti. Nu era deloc clar cum poate fi ea adaptată aplicaţiilor terestre, mai ales celor privind mişcarea aflată sub influenţa unei forţe. În orice caz, problemele terestre fuseseră deja atacate cu mult succes prin tehnici cu totul diferite, dezvoltate iniţial de către Galileu şi Huyghens şi perfecţionate pe continent, în secolul al XVIII-lea, de către fraţii Bernoulli, d'Alembert şi mulţi alţii. S-ar fi putut probabil arăta că tehnicile lor şi cele din *Principia* sunt cazuri speciale ale unei formule mai generale, dar pentru o vreme nimeni nu a ştiut care ar putea fi aceasta[9].

Să ne oprim puţin asupra problemei preciziei. Am ilustrat deja aspectul ei empiric. Echipamente speciale — precum aparatul lui Cavendish, maşina lui Atwood, sau telescoape perfecţionate — erau necesare pentru a furniza datele speciale cerute de aplicaţiile concrete ale paradigmei lui Newton. Obţinerea unei concordanţe ridica dificultăţi asemănătoare şi teoriei. De exemplu, aplicându-şi legile la mişcarea pendulului, Newton a fost nevoit să considere greutatea acestuia drept un punct de masă pentru a da o definiţie

---

9 C. Truesdell, „A Program toward Rediscovering the Rational Mechanics of the Age of Reason", *Archive for History of the Exact Sciences*, I (1960), pp. 3–36 şi „Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*", *Texas Quarterly*, X (1967) pp. 281–297; T L. Hankins, „The Reception of Newton's Second Law of Motion in the 18th Century", *Archives Internationales d'histoire des sciences*, XX (1967), pp. 42–65.

unică lungimii pendulului. Cele mai multe din teoremele sale (puţinele excepţii fiind ipotetice şi preliminare) ignorau de asemenea efectul rezistenţei aerului. Acestea erau aproximaţii fizice judicioase. Totuşi, ca aproximaţii, ele reduceau concordanţa aşteptată dintre predicţiile lui Newton şi experimentele reale. Aceleaşi dificultăţi apar şi mai clar în aplicarea teoriei lui Newton la mecanica cerească. Observaţii telescopice cantitativ simple arată că planetele nu ascultă de legile lui Kepler, iar teoria lui Newton arată că nici nu trebuie. Pentru a deriva aceste legi, Newton a fost nevoit să neglijeze orice atracţie gravitaţională, cu excepţia celei dintre planete şi soare. Deoarece planetele se atrag de asemenea reciproc putea fi prevăzut numai un acord aproximativ între teoria aplicată şi observaţiile telescopice[10].

Acordul obţinut este, fireşte, mai mult decât satisfăcător pentru cei care l-au obţinut. Exceptând unele probleme terestre, nici o altă teorie nu ar fi putut obţine un rezultat atât de bun. Nici unul dintre cei care au contestat validitatea operei lui Newton nu au făcut-o din cauza acordului ei limitat cu experimentul şi observaţia. Totuşi, aceste limite au lăsat multe probleme teoretice fascinante în seama succesorilor lui Newton. Erau necesare, de pildă, procedee teoretice pentru tratarea mişcărilor mai multor (decât două) corpuri care se atrag simultan, ca şi pentru cercetarea stabilităţii orbitelor perturbate. Astfel de probleme i-au preocupat pe mulţi dintre cei mai buni matematicieni europeni ai secolului al XVIII-lea şi începutului secolului al XIX-lea. Euler, Lagrange, Laplace şi Gauss au obţinut unele din rezultatele lor cele mai strălucite lucrând la probleme destinate să îmbunătăţească corespondenţa dintre paradigma newtoniană şi observaţiile astronomice. Mulţi dintre ei au lucrat simultan la dezvoltarea matematicii necesare unor aplicaţii pe care nici Newton, nici şcoala contemporană de mecanică de pe continent nu le încercaseră măcar. Ei au produs, astfel, o literatură imensă şi unele tehnici matematice, extrem de puternice, pentru hidrodinamică şi pentru problemele coardelor vibrante. Aceste probleme de aplicaţie au generat probabil cea mai strălucită şi

---

[10] Wolf, *op. cit.*, pp. 75–81, 96–101; şi William Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev. ed., Londra, 1847), II, pp. 213–271.

epuizantă muncă ştiinţifică a secolului al XVIII-lea. Alte exemple ar putea fi descoperite prin examinarea perioadei postparadigmatice în dezvoltarea termodinamicii, teoriei ondulatorii a luminii, teoriei electromagnetice sau oricărei alte ramuri a ştiinţei ale cărei legi fundamentale sunt pe deplin cantitative. Cel puţin în ştiinţele mai matematizate, majoritatea muncii teoretice este de acest gen.

Dar nu toată. Chiar în ştiinţele matematice, există de asemenea probleme teoretice de articulare a paradigmei; iar în perioadele în care dezvoltarea ştiinţifică este predominant calitativă, aceste probleme sunt dominante. Atât în ştiinţele mai cantitative cât şi în cele mai calitative, unele din probleme vizează numai o clarificare prin reformulare. *Principia*, de exemplu, nu s-a dovedit a fi întotdeauna o lucrare uşor de aplicat, pe de o parte, pentru că păstra ceva din stângăcia inevitabilă a primei încercări iar, pe de altă parte, pentru că o mare parte din sensul ei era doar implicit în aplicaţiile ei. Pentru multe aplicaţii terestre, în orice caz, o serie de tehnici elaborate pe continent (şi aparent neînrudite) păreau considerabil mai puternice. Ca urmare, de la Euler şi Lagrange în secolul al XVIII-lea până la Hamilton, Jacobi şi Hertz în al XIX-lea, mulţi dintre cei mai străluciţi fizicieni matematicieni europeni s-au străduit în mod repetat să formuleze teoria mecanică într-o formă echivalentă dar, logic şi estetic, mai satisfăcătoare. Ei doreau, cu alte cuvinte, să expună ideile explicite şi implicite din *Principia* şi din mecanica continentală într-o versiune mai coerentă logic, care ar fi putut fi în acelaşi timp mai omogenă şi mai puţin echivocă în aplicarea ei la noile probleme ale mecanicii[11].

Reformulări similare ale unei paradigme s-au petrecut, în repetate rânduri, în toate ştiinţele, dar majoritatea lor a produs mai multe schimbări substanţiale în paradigmă decât reformulările *Principiilor* menţionate mai sus. Astfel de schimbări rezultă dintr-o activitate empirică, anterior descrisă ca fiind orientată spre articularea paradigmei. Într-adevăr, a caracteriza o astfel de activitate drept empirică era arbitrar. Mai mult decât orice alt gen de cercetare normală, problemele articulării paradigmei sunt simultan teoretice

---

[11] René Dugas, *Histoire de la mécanique* (Neuchâtel, 1950), vol. IV–V.

şi experimentale; exemplele date mai sus pot ilustra la fel de bine şi această idee. Înainte de a-şi putea construi aparatul şi a face măsurători cu el, Coulomb a trebuit să facă uz de teoria electrică pentru a afla cum să-şi construiască acest aparat. Rezultatele măsurătorilor sale au dus la o rafinare a acelei teorii. De asemenea, oamenii care au proiectat experimente care să distingă între diferitele teorii ale căldurii prin comprimare erau în general aceiaşi care elaboraseră teoriile ce urmau să fie comparate. Ei operau atât cu faptul cât şi cu teoria, şi această activitate producea nu numai informaţie nouă dar şi o paradigmă mai precisă, obţinută prin eliminarea ambiguităţilor din versiunile iniţiale. În numeroase ştiinţe, cea mai mare parte a cercetării normale este de acest tip.

Aceste trei clase de probleme — determinarea faptului semnificativ, potrivirea faptelor cu teoria şi articularea teoriei — epuizează, după părerea mea, literatura ştiinţei normale, atât empirică cât şi teoretică. Dar ele nu epuizează, fireşte, întreaga literatură ştiinţifică. Există de asemenea probleme extraordinare şi s-ar putea ca tocmai soluţionarea lor să facă din ştiinţă, ca atare, o întreprindere atât de remarcabilă. Dar problemele extraordinare nu apar cum ai bate din palme. Ele se ivesc numai în ocazii speciale, pregătite de dezvoltarea ştiinţei normale. Inevitabil deci, majoritatea covârşitoare a problemelor abordate chiar de cei mai buni oameni de ştiinţă revine de obicei uneia din cele trei categorii descrise mai sus. Activitatea bazată pe o paradigmă nu poate fi realizată altfel, iar a abandona paradigma înseamnă a înceta de a mai practica ştiinţa pe care ea o defineşte. Vom vedea în curând că asemenea abandonări survin. Ele constituie pivoţii în jurul cărora evoluează revoluţiile ştiinţifice. Dar înainte de a începe examinarea acestor revoluţii, avem nevoie de o perspectivă mai largă asupra acelor preocupări ale ştiinţei normale care le pregătesc.

IV

Știința normală ca rezolvare de *puzzles**

Poate cea mai izbitoare trăsătură a problemelor cercetării normale este măsura foarte mică în care ele urmăresc să producă noutăți majore de ordin conceptual sau fenomenal. Uneori, cum este cazul unei măsurări a lungimii de undă, cu excepția celor mai ezoterice detalii ale rezultatului, totul este cunoscut dinainte și numai marja obișnuită de așteptare este ceva mai largă. Măsurătorile lui Coulomb nu corespundeau neapărat legii inversului pătratului; cei care studiau căldura prin compresiune se așteptau adesea la unul din câteva rezultate posibile. Dar chiar în astfel de cazuri, aria rezultatelor anticipate, și deci asimilabile, era întotdeauna restrânsă în raport cu cea imaginabilă. Iar proiectul al cărui rezultat nu intră în această arie mai restrânsă este de obicei un eșec al cercetării care se răsfrânge asupra omului de știință și nu asupra naturii.

În secolul al optsprezecelea, de pildă, s-a acordat puțină atenție experimentelor care măsurau atracția electrică prin procedee ca balanța cu talere. Întrucât nu dădeau rezultate simple și nici consistente, ele nu puteau fi folosite în articularea paradigmei din care erau derivate. De aceea, ele au rămas *simple* fapte, necorelate și necorelabile cu progresul continuu al cercetării în electricitate. Numai retrospectiv, dispunând de o paradigmă ulterioară, putem distinge caracteristicile lor. Coulomb și contemporanii săi dispuneau firește și ei de această din urmă paradigmă sau de una

---

* Termenul *puzzle*, absolut esențial în lucrare, pare să nu aibă un echivalent românesc pentru sensul pe care îl are în vedere autorul. De aceea, urmând maniera generală a traducerilor științifice, am preferat să-l lăsăm în original.

care, aplicată problemelor atracţiei, inducea aceleaşi aşteptări. Acesta a fost motivul pentru care Coulomb a fost în stare să construiască un aparat care ducea la un rezultat asimilabil prin articularea paradigmei. Dar tot acesta a fost şi motivul pentru care rezultatul nu a surprins pe nimeni, astfel încât câţiva din contemporanii lui Coulomb au putut să-l prevadă dinainte. Chiar şi proiectul al cărui scop este articularea paradigmei nu urmăreşte o noutate *neaşteptată*.

Dar dacă scopul ştiinţei normale nu constă în noutăţi majore, de sine stătătoare, dacă eşecul în a aproxima rezultatul anticipat este de obicei eşecul omului de ştiinţă, atunci de ce sunt totuşi atacate aceste probleme? O parte a răspunsului a fost deja dată. Cel puţin pentru oamenii de ştiinţă, rezultatele obţinute în cercetarea normală sunt semnificative, pentru că ele sporesc sfera şi precizia aplicării unei paradigme. Acest răspuns nu poate explica însă entuziasmul şi devotamentul pe care le manifestă oamenii de ştiinţă pentru problemele cercetării normale. Nimeni nu consacră ani de zile (să zicem) perfecţionării unui spectrometru sau găsirii unei soluţii mai bune la problema coardelor vibrante numai pentru importanţa informaţiei pe care o va obţine. Informaţiile obţinute prin calcularea poziţiilor planetelor sau prin măsurări ulterioare cu un instrument existent sunt adesea la fel de semnificative, dar aceste activităţi sunt dispreţuite (în mod curent) de către oamenii de ştiinţă pentru că sunt, într-o măsură considerabilă, simple repetări ale unor proceduri aplicate anterior. Această atitudine ne dă explicaţie asupra atracţiei pe care o prezintă problemele cercetării normale. Deşi rezultatele lor pot fi anticipate, adesea atât de detaliat încât ceea ce rămâne de aflat devine, în sine, neinteresant, modul de a obţine acele rezultate este extrem de nesigur. A rezolva o problemă de cercetare normală înseamnă a obţine anticipatul într-un chip nou şi, pentru aceasta, trebuie rezolvate tot felul de *puzzles* complexe, de natură instrumentală, conceptuală şi matematică. Cel care reuşeşte se dovedeşte a fi un expert în a rezolva *puzzles* şi greutăţile pe care acestea le ridică constituie pentru el un stimulent dintre cele mai importante.

Termenii de *puzzle* şi „rezolvator de *puzzle*“ (*Puzzle-solver*) scot în evidenţă câteva din temele care s-au impus tot mai pregnant

în paginile precedente. *Puzzles* sunt — în sensul întru totul uzual folosit aici — acea categorie specială de probleme care au menirea de a testa ingeniozitatea şi îndemânarea în rezolvare. Exemplele date în dicţionare sunt *jigsaw puzzle* şi „cuvinte încrucişate" (*crosswords puzzle*), iar ceea ce trebuie să desprindem acum sunt tocmai caracteristicile pe care acestea le au în comun cu problemele ştiinţei normale. Una dintre ele a fost deja amintită. Calitatea unui *puzzle* nu rezidă nicidecum în importanţa sau relevanţa intrinsecă a soluţiei lui. Dimpotrivă, problemele într-adevăr presante, cum ar fi vindecarea cancerului sau planul unei păci durabile, nu sunt câtuşi de puţin *puzzles*, în mare măsură pentru că pot să nu aibă nici o soluţie. Să luăm, de pildă, un *jigsaw puzzle* ale cărui piese sunt alese la întâmplare din două cutii diferite. Deoarece o astfel de problemă îi va depăşi probabil (deşi nu neapărat) chiar pe cei mai inventivi oameni, ea nu poate fi un test al capacităţii de rezolvare. În oricare din sensurile obişnuite, nu poate fi vorba aici de un *puzzle*. Dacă valoarea intrinsecă nu este un criteriu definitoriu al unui *puzzle*, existenţa garantată a unei soluţii a lui este un astfel de criteriu.

Am văzut însă mai înainte că, o dată cu asimilarea unei paradigme, o comunitate ştiinţifică dobândeşte un criteriu de alegere a acelor probleme despre care, atâta vreme cât paradigma este admisă, se poate presupune că au o soluţie. Într-o mare măsură, acestea sunt singurele probleme pe care comunitatea le va admite ca ştiinţe sau îi va încuraja pe membrii ei să le abordeze. Alte probleme, inclusiv multe dintre cele care mai înainte fuseseră normale, sunt respinse ca fiind metafizice sau obiect al altei discipline sau, uneori, ca fiind pur şi simplu prea problematice pentru a merita osteneală. În această privinţă, o paradigmă poate chiar izola comunitatea de acele probleme, socialmente importante, care nu pot fi reduse la formele de *puzzles*, deoarece ele nu pot fi formulate în termenii instrumentaţiei conceptuale şi experimentale furnizate de o paradigmă. Astfel de probleme pot constitui un exerciţiu de virtuozitate aşa cum au dovedit-o pregnant unele aspecte ale baconianismului secolului al şaptesprezecelea sau ale ştiinţelor sociale contemporane. Una din cauzele progresului atât de rapid al ştiinţei normale este că practicienii ei se concentrează

asupra unor probleme pe care numai propria lor lipsă de ingeniozitate i-ar putea împiedica să le rezolve.

Dacă însă problemele ştiinţei normale sunt *puzzles* în acest sens, nu mai este nevoie să ne întrebăm de ce oamenii de ştiinţă le atacă cu atâta pasiune şi devotament. Un om poate fi atras spre ştiinţă din tot felul de motive. Printre ele: dorinţa de a fi util, chemarea de a explora teritorii noi, speranţa de a descoperi o ordine şi tendinţa de a testa cunoaşterea existentă. Aceste motive, şi altele, ne ajută de asemenea să determinăm problemele particulare în care el se va angaja mai târziu. Apoi, deşi nu vor lipsi frustrări ocazionale, asemenea motive au şanse serioase mai întâi să-l conducă spre ştiinţă iar apoi să-l antreneze definitiv[1]. Întreprinderea ştiinţifică în ansamblu trebuie să se dovedească din când în când utilă, deschisă spre căi noi, indicând ordine şi testând convingeri adânc înrădăcinate. Cu toate acestea, *individul* angajat într-o problemă de cercetare normală *nu face aproape niciodată vreunul din aceste lucruri*. Odată angajat într-o asemenea activitate, motivaţia sa este de un tip diferit. Ceea ce îl stimulează este convingerea că, dacă va fi suficient de iscusit, va reuşi să rezolve un *puzzle* pe care nimeni înaintea lui nu l-a rezolvat sau nu l-a rezolvat atât de bine. Multe dintre cele mai strălucite minţi ştiinţifice şi-au dedicat întreaga atenţie profesională unor asemenea *puzzles* solicitante. De multe ori, un domeniu particular de specializare nu oferă nimic altceva de făcut, ceea ce nu-l face să fie mai puţin fascinant pentru cel care i s-a dedicat.

Să trecem acum la un alt aspect, mai dificil şi mai revelator, al paralelismului dintre *puzzles* şi problemele ştiinţei normale. Pentru a fi un *puzzle*, o problemă trebuie să se distingă prin mai mult decât o soluţie garantată. Trebuie să existe, de asemenea, reguli care limitează atât natura soluţiilor acceptabile cât şi etapele prin care sunt obţinute. A rezolva un *jigsaw puzzle* nu înseamnă, de pildă, numai „a forma o imagine". Copilul sau artistul contemporan

---

[1] Frustrările provocate de conflictul dintre rolul individului şi structura generală a dezvoltării ştiinţifice pot fi însă uneori extrem de serioase. A se vedea, pe această temă, Lawrence S. Kubie, „Some Unsolved Problems of the Scientific Career", *American Scientist* XLI (1953), pp. 596–613; şi XLII (1954), pp. 104–112.

pot face acest lucru împrăştiind anumite piese, ca forme abstracte, pe u fond oarecare. Imaginea astfel obţinută poate fi mult mai bună şi va fi cu siguranţă mai originală decât cea care a stat la baza respectivului *puzzle*. Dar o asemenea imagine nu va fi o soluţie. Pentru a o obţine într-adevăr, trebuie utilizate toate piesele, feţele lor mate trebuie întoarse şi trebuie astfel angrenate, fără a le forţa, până când nu mai rămâne nici un loc gol. Acestea sunt câteva din regulile care guvernează soluţiile unui *jigsaw puzzle*. La fel de uşor pot fi găsite restricţii similare asupra soluţiilor de şah etc.

Dacă putem accepta o utilizare mult mai largă a termenului „regulă" — prin care acesta poate fi uneori identificat cu „ punct de vedere stabilit" sau cu „idee preconcepută" —, atunci problemele accesibile unei anumite tradiţii de cercetare împărtăşesc o mare parte din aceste caracteristici ale unui *puzzle*. Cel care construieşte un instrument pentru determinarea lungimilor de unde optice nu poate fi satisfăcut de un aparat care nu face decât să atribuie anumite numere unor anumite linii spectrale. El nu este numai un explorator sau un măsurător. Dimpotrivă, analizându-şi aparatul în termenii sistemului admis al teoriei optice, el trebuie să arate că numerele produse de instrumentul său sunt cele pe care teoria le identifică drept lungimi de undă. Dacă unele impreciziuni ale teoriei sau vreun component, rămas neanalizat, al aparatului său îl împiedică să ducă la bun sfârşit demonstraţia, colegii săi pot foarte bine să conchidă că el nu a măsurat nimic. De pildă, maximele împrăştierii electronilor, care au fost mai târziu diagnosticate drept indicatori ai lungimilor de undă ale electronului, nu aveau nici o semnificaţie aparentă când au fost observate şi înregistrate pentru prima oară. Înainte de a deveni măsuri a ceva, ele trebuiau să fie corelate cu o teorie care prevedea comportamentul de undă al materiei în mişcare. Şi chiar după ce această corelaţie a fost evidenţiată, aparatul trebuia reproiectat astfel încât rezultatele experimentale să poată fi corelate neechivoc cu o teorie[2]. Atât timp cât aceste condiţii nu au fost satisfăcute, nici o problemă nu a fost rezolvată.

---

[2] Pentru o scurtă relatare a evoluţiei acestor experimente, vezi p. 4 a expunerii lui C. J. Davisson, în *Les prix Nobel en 1937*, Stockholm, 1938.

Tipuri similare de restricţii leagă soluţiile admisibile de probleme teoretice. De-a lungul secolului al optsprezecelea, oamenii de ştiinţă care au încercat să deducă mişcarea observată a Lunii din legile newtoniene ale mişcării şi gravitaţiei au eşuat permanent. Drept urmare, unii dintre ei au propus înlocuirea legii inversului pătratului cu o lege care se abătea de la prima în cazul distanţelor mici. Aceasta ar fi însemnat însă schimbarea paradigmei, definirea unui nou *puzzle*, dar nicidecum rezolvarea celui vechi. În cele din urmă, oamenii de ştiinţă au menţinut legile, până când, în 1750, unul din ei a descoperit cum pot fi aplicate cu succes[3]. Numai o modificare a regulilor jocului ar fi putut oferi o alternativă.

Studiul tradiţiilor de ştiinţă normală dezvăluie numeroase reguli noi, iar acestea oferă numeroase informaţii despre opţiunile pe care paradigmele le impun oamenilor de ştiinţă. Care putem spune că sunt principalele categorii în care intră aceste reguli[4]? Cea mai evidentă şi probabil cea mai constrângătoare este ilustrată de tipurile de generalizări pe care tocmai le-am notat. Acestea sunt enunţuri explicite de legi ştiinţifice şi de concepte şi teorii ştiinţifice. Atâta vreme cât sunt acceptate, enunţurile de acest fel contribuie la rezolvarea unor *puzzles* şi la restrângerea soluţiilor admisibile. Legile lui Newton, de pildă, au îndeplinit asemenea funcţii în cursul secolelor XVIII şi XIX; şi atâta vreme cât au jucat acest rol, cantitatea de materie a fost o categorie ontologică fundamentală pentru fizicieni, iar forţele care acţionează între părţile de materie au constituit o temă dominantă de cercetare[5]. În chimie, legile proporţiilor fixe şi determinate au exercitat multă vreme o influenţă întru totul asemănătoare, punând problema greutăţilor atomice, delimitând rezultatele admisibile ale analizelor chimice şi informându-i pe chimişti despre ce ar fi atomii şi moleculele, compuşii

---

[3] W. Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev ed., Londra, 1847), II, pp. 101–105, 220–222.

[4] Datorez această întrebare lui W. O. Hagstrom, a cărui operă în sociologia ştiinţei se suprapune uneori cu a mea.

[5] Pentru aceste aspecte ale newtonianismului, vezi I. B. Cohen, *op. cit.*, cap. VII, mai ales pp. 255–257, 275–277.

şi amestecurile[6]. Ecuaţiile lui Maxwell şi legile termodinamicii statistice au astăzi aceeaşi autoritate şi funcţie.

Regulile de acest gen nu sunt însă nici singurele şi nici măcar cele mai interesante dintre cele scoase la iveală de studiul istoric. La un nivel inferior sau mai concret decât cel al legilor şi teoriilor există, de pildă, o multitudine de preferinţe faţă de tipuri de instrumentaţie şi faţă de moduri în care instrumentele acceptate pot fi adecvat folosite. Schimbarea atitudinii faţă de rolul focului în analizele chimice a avut o însemnătate vitală în dezvoltarea chimiei din secolul al şaptesprezecelea[7]. Peste două secole, ideea lui Helmholtz că experimentarea fizică poate face lumină în domeniul lor a întâmpinat o puternică rezistenţă din partea fiziologilor[8]. Iar în secolul nostru, curioasa istorie a cromatografiei chimice ilustrează din nou rezistenţa opţiunilor instrumentale care, asemenea legilor şi teoriilor, furnizează oamenilor de ştiinţă regulile jocului[9]. Dacă am analiza descoperirea razelor X, am afla temeiurile unor astfel de opţiuni.

Caracteristici ale ştiinţei, mai puţin locale şi temporare dar nicidecum imuabile, sunt opţiunile de un nivel mai înalt, cvasimetafizice pe care studiul istoric le evidenţiază atât de frecvent. Cam după 1630, de exemplu, şi mai ales după apariţia extrem de influentelor opere ştiinţifice ale lui Descartes, majoritatea fizicienilor a presupus că universul ar fi compus din corpusculi microscopici şi că toate fenomenele naturale ar putea fi explicate prin forma, mărimea, mişcarea şi interacţiunea corpusculilor. Această serie de opţiuni s-a dovedit a fi atât metafizică cât şi metodologică. Din punct de vedere metafizic, ea indica oamenilor de ştiinţă tipurile de entităţi pe care le conţine sau nu universul: există numai materie, configurată, în mişcare. Din punct de vedere metodologic, ea le

---

[6] Acest exemplu este discutat pe larg spre sfârşitul capitolului X.

[7] H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du* X IF *siècle à la fin du XVIII^e^ siècle* (Paris, 1923), pp. 359–361; Marie Boas, Robert Boyle *and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958), pp. 112–115.

[8] Leo Königsberger, *Hermann von Helmholtz*, trad. Francis A. Welby (Oxford, 1906), pp. 65–66.

[9] James E. Meinhard, „Chromatography: A Perspective", *Science*, CX (1949), pp. 387–392.

indica cum trebuie să arate legile şi explicaţiile fundamentale: legile trebuie să specifice mişcarea şi interacţiunea corpusculară, iar explicaţiile trebuie să reducă orice fenomen natural dat la acţiunea corpusculară supusă acestor legi. Încă mai important: concepţia corpusculară a universului le spunea oamenilor de ştiinţă care ar putea să fie multe din problemele lor de cercetare. De pildă, un chimist care — asemenea lui Boyle — adopta noua filozofie, acorda o atenţie deosebită reacţiilor care puteau fi concepute ca transmutaţii. Mai clar decât celelalte, acestea dezvăluiau procesul rearanjării corpusculare care ar trebui să stea la baza oricărei transformări chimice[10]. Efecte asemănătoare ale corpuscularismului pot fi remarcate în studiul mecanicii, opticii şi căldurii.

În sfârşit, la un nivel şi mai înalt, există o altă clasă de opţiuni, fără de care nimeni nu poate fi om de ştiinţă. Omul de ştiinţă trebuie, de pildă, să fie preocupat să înţeleagă lumea şi să extindă precizia formulărilor şi sfera în care a fost introdusă o anumită ordine. Această opţiune, la rândul ei, trebuie să-l îndemne să examineze (singur sau cu ajutorul colegilor) anumite aspecte ale naturii până la cele mai mici detalii empirice. Iar dacă o astfel de examinare îi dezvăluie porţiuni de aparentă dezordine, atunci aceasta trebuie să-l oblige la o perfecţionare a tehnicilor sale observaţionale sau la o articulare mai deplină a teoriilor sale. Mai există, fără îndoială, şi alte asemenea reguli, valabile pentru oamenii de ştiinţă din toate vremurile.

Existenţa unor puternice reţele de opţiuni – conceptuale, teoretice, instrumentale şi metodologice — este o sursă principală a metaforei care leagă ştiinţa normală de rezolvarea unor *puzzles*. Întrucât ele produc regulile care-i spun practicianului unei discipline mature cum arată lumea şi ştiinţa despre lume, el se poate concentra, cu încredere, asupra problemelor ezoterice pe care i le circumscriu aceste reguli şi cunoaşterea existentă. Lui personal

---

[10] Despre concepţia corpusculară, în general, vezi Marie Boas, „The Establishment of the Mechanical Philosophy“, *Osiris* X (1952), pp. 412–541. În privinţa efectelor sale asupra chimiei lui Boyle, vezi T. S. Kuhn, „Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century“, *Isis*, XLIII (1952), pp. 12–36.

îi rămâne să rezolve acel *puzzle* astfel delimitat. În acest sens, ca şi în altele, o examinare a acestor *puzzles* şi reguli clarifică natura practicii ştiinţifice normale. Într-un alt sens însă, o astfel de clarificare poate fi, în mod semnificativ, eronată. Deşi există evident reguli la care aderă, la un moment dat, toţi practicienii unei discipline ştiinţifice, aceste reguli pot să nu specifice, prin ele însele, tot ce este comun practicii acelor specialişti. Ştiinţa normală este o activitate considerabil determinată, dar ea nu este neapărat determinată, în întregime, de reguli. Iată de ce, la începutul acestui eseu, am introdus ca sursă a coerenţei tradiţiilor de cercetare normală mai degrabă paradigme comune decât reguli, presupoziţii şi puncte de vedere comune. Regulile, după părerea mea, derivă din paradigme, dar paradigmele pot ghida cercetarea chiar în lipsa regulilor.

V

Prioritatea paradigmelor

Pentru a descoperi relația dintre reguli, paradigme şi ştiința normală, să considerăm mai întâi felul în care istoricul delimitează sferele particulare de angajare, pe care le-am definit anterior ca reguli acceptate. Investigația istorică minuțioasă a unei discipline date, la un moment dat, dezvăluie o mulțime de ilustrări repetate şi cvasistandard ale diferitelor teorii în aplicațiile lor conceptuale, observaționale şi instrumentale. Acestea sunt paradigmele respectivei comunități ştiințifice, aşa cum apar în manualele, cursurile şi exercițiile ei de laborator. Studiindu-le şi operând cu ele, membrii comunității respective își învață meseria. Istoricul va descoperi fireşte şi o zonă de penumbră, populată de realizări al căror statut este încă îndoielnic; dar nucleul problemelor rezolvate şi al tehnicilor aplicate va fi de obicei clar. În ciuda unor ambiguități ocazionale, paradigmele unei comunități ştiințifice mature pot fi determinate relativ uşor.

Identificarea paradigmelor comune nu înseamnă însă identificarea regulilor comune. Pentru aceasta este nevoie de un al doilea demers, oarecum diferit. Ca să-l efectueze, istoricul trebuie să compare paradigmele comunității între ele, precum şi cu rapoartele curente de cercetare. Procedând astfel, obiectivul său este de a descoperi care elemente izolabile, explicite sau implicite, au putut fi *abstrase*, de către membrii acelei comunități, din paradigmele lor mai cuprinzătoare, şi aplicate ca reguli în cercetare. Oricine a încercat să descrie sau să analizeze evoluția unei anumite tradiții ştiințifice va fi căutat neapărat astfel de reguli şi principii acceptate. Aproape sigur (cum reiese din secțiunea precedentă), el va fi reuşit, cel puțin în parte, în această întreprindere. Dar, dacă experiența sa s-a apropiat cât de puțin de a mea, el își va da seama că investigarea regulilor este nu numai mai dificilă, dar și mai puțin

satisfăcătoare decât investigarea paradigmelor. Unele din generalizările folosite pentru descrierea convingerilor împărtăşite de acea comunitate nu prezintă nici o problemă. Altele însă, inclusiv unele din cele exemplificate mai sus, vor părea prea voalate. Formulate în acest fel, sau în oricare altul, ele ar fi aproape sigur respinse de unii membri ai grupului studiat. Totuşi, dacă coerenţa unei tradiţii de cercetare urmează să fie înţeleasă în termeni de reguli, sunt necesare unele specificări ale unei baze comune în domeniul respectiv. Ca urmare, investigarea unei clase de reguli capabile să constituie o anumită tradiţie de cercetare normală devine o sursă de frustrări permanente şi profunde.

Recunoaşterea acestei frustrări face însă posibilă diagnosticarea sursei ei. Oamenii de ştiinţă pot fi de acord că un Newton, Lavoisier, Maxwell sau Einstein au oferit soluţii aparent permanente pentru un grup de probleme evidente, dar pot totuşi să nu fie de acord, uneori fără să-şi dea seama, asupra acelor caracteristici marcante abstracte care fac ca aceste soluţii să fie permanente. Ei pot, cu alte cuvinte, să fie de acord în *identificarea* unei paradigme, fără să fie de acord asupra unei *interpretări* sau *raţionalizări* depline a ei şi fără să încerce măcar să ofere astfel de interpretări sau raţionalizări. Lipsa unei interpretări standard sau a unei reduceri, acceptate, la reguli nu va împiedica însă o paradigmă să ghideze cercetarea. Ştiinţa normală poate fi determinată, în parte, prin examinarea directă a paradigmelor, procedură ce este adesea facilitată – deşi nu depinde – de formularea regulilor şi presupoziţiilor. Într-adevăr, existenţa unei paradigme nici măcar nu implică existenţa vreunei mulţimi complete de reguli[1].

Inevitabil, primul efect al acestor afirmaţii este că ridică probleme. În lipsa unei mulţimi suficiente de reguli, ce factori îl vor determina pe omul de ştiinţă să urmeze o anumită tradiţie de ştiinţă normală? Ce poate să însemne expresia „examinare directă a

[1] Michael Polanyi a elaborat strălucit o idee foarte asemănătoare, argumentând că o mare parte din reuşita omului de ştiinţă depinde de o „cunoaştere tacită", adică de o cunoaştere dobândită prin practică şi care nu poate f articulată explicit. Vezi lucrarea sa *Personal Knowledge* (Chicago, 1958), mai ales Cap. V şi VI.

paradigmelor“? Răspunsuri parţiale la asemenea întrebări au fost elaborate, deşi într-un context cu totul diferit, de Ludwig Wittgenstein. Întrucât acel context este mai elementar şi mai familiar, va fi util să considerăm mai întâi modul în care argumentează el. Ce trebuie să ştim, se întreba Wittgenstein, pentru a putea folosi, în mod exact şi fără a isca controverse, termeni ca „scaun“, „frunză“ sau „joc“?[2]

Această întrebare este foarte veche. Răspunsul, în general, este că trebuie să ştim, conştient sau intuitiv, ce *este* un scaun, o frunză sau un joc. Adică, trebuie să surprindem o mulţime de atribute pe care le au toate jocurile, şi numai ele. Wittgenstein era însă de părere că, dat fiind felul în care folosim limbajul şi tipul de lume la care îl aplicăm, nu trebuie să existe nici o astfel de mulţime de atribute. Deşi o discuţie asupra *unora* din atributele împărtăşite de un *număr* de jocuri, sau scaune, sau frunze, ne poate ajuta adesea să învăţăm cum să folosim termenul respectiv, nu există nici o mulţime de caracteristici care să fie simultan aplicabilă tuturor membrilor clasei şi numai lor. În schimb, în faţa unei activităţi până atunci neobservate, folosim termenul „joc“ pentru că ceea ce vedem are o mare „asemănare de familie“ cu un număr de activităţi pe care am învăţat în prealabil să le numim cu acest nume. Aşadar, pentru Wittgenstein, jocurile, scaunele şi frunzele sunt familii naturale, fiecare fiind constituită de o reţea de asemănări care se suprapun şi se încrucişează. Existenţa unei asemenea reţele explică în măsură suficientă reuşita noastră în identificarea obiectului sau activităţii corespunzătoare. Numai dacă familiile pe care le-am numit se suprapun şi fuzionează treptat una cu alta — deci, numai dacă nu ar exista nici o familie *naturală* — reuşita noastră în identificare şi denumire ar fi o dovadă în favoarea unei mulţimi de caracteristici comune, corespunzând fiecăruia dintre numele de clase pe care le folosim.

2 Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, trad. G.E.M. Anscombe (New York, 1953), pp. 31–36. Wittgenstein nu spune însă aproape nimic despre tipul de lume care trebuie să susţină procedura de denumire pe care el o schiţează. În consecinţă, o parte din ceea ce urmează nu i se poate atribui.

Ceva asemănător ar putea foarte bine să fie valabil şi în cazul diferitelor probleme şi tehnici de cercetare care apar în cadrul unei singure tradiţii ştiinţifice normale. Ceea ce au acestea în comun nu este satisfacerea vreunei mulţimi explicite sau chiar integral cunoscute de reguli şi presupoziţii care conferă acelei tradiţii caracterul ei, ca şi influenţa pe care o are asupra intelectului ştiinţific. În schimb, ele se pot înrudi prin asemănare şi prin modelare cu o parte sau alta a edificiului ştiinţific pe care comunitatea respectivă îl recunoaşte deja printre realizările ei consacrate. Oamenii de ştiinţă lucrează după modele dobândite prin educaţie şi prin asimilarea ulterioară a literaturii de specialitate, adesea neştiind şi neavând nevoie să ştie ce caracteristici au conferit acestor modele statutul de paradigme ale comunităţii. Din această cauză, ei nu au nevoie de vreo mulţime completă de reguli. Coerenţa manifestată de tradiţia de cercetare la care participă poate chiar să nu implice existenţa unei mulţimi subiacente de reguli şi presupoziţii care ar putea fi descoperită de investigaţii istorice sau filozofice ulterioare. Faptul că de obicei oamenii de ştiinţă nu chestionează sau dezbat legitimitatea unei anumite probleme sau soluţii ne îndeamnă să presupunem că, cel puţin intuitiv, ei cunosc răspunsul. Dar s-ar putea ca acest fapt să indice numai că nici întrebarea şi nici răspunsul nu sunt considerate relevante pentru cercetarea lor. Paradigmele pot fi anterioare, mai constrângătoare şi mai complete decât orice mulţime de reguli pentru cercetare, care ar putea fi în mod echivoc abstrasă din ele.

Până acum, această idee a fost întru totul teoretică: paradigmele *pot* determina ştiinţa normală fără intervenţia unor reguli reperabile. Voi încerca acum să sporesc claritatea şi importanţa ei, indicând câteva motive care mă îndeamnă să cred că paradigmele operează într-adevăr în acest fel. Primul, discutat deja pe larg, constă în dificultatea extremă de a descoperi regulile care au ghidat tradiţii particulare de ştiinţă normală. Această dificultate este foarte asemănătoare cu cea întâmpinată de filozof atunci când încearcă să identifice ce au în comun toate jocurile. Al doilea, în raport cu care primul este de fapt un corolar, este intrinsec naturii educaţiei ştiinţifice. Ar trebui să fie limpede că oamenii de ştiinţă nu învaţă niciodată concepte, legi şi teorii în mod abstract şi în sine. Mai

degrabă, aceste instrumente intelectuale sunt de la început întâlnite într-o unitate, istoric şi pedagogic anterioară, care le dezvăluie odată cu şi prin aplicaţiile lor. O nouă teorie este totdeauna prezentată împreună cu aplicaţiile ei într-un domeniu concret de fenomene naturale; fără ele, ea nu ar fi nici măcar un candidat la acceptare. După ce a fost acceptată, aceleaşi aplicaţii sau altele însoţesc teoria în manualele din care viitorul om de ştiinţă îşi va învăţa meseria. Aplicaţiile nu apar în manuale ca simple variaţii sau ca documentare. Dimpotrivă, procesul învăţării unei teorii depinde de studiul aplicaţiilor, inclusiv practica rezolvării problemelor, atât cu creionul şi hârtia cât şi cu instrumentele de laborator. Dacă, de pildă, studentul în dinamica newtoniană descoperă vreodată semnificaţia unor termeni ca „forţă“, „masă“, „spaţiu“ şi „timp“, aceasta se datoreşte mai puţin definiţiilor incomplete, deşi uneori utile, din manual, cât observării şi participării la aplicarea acestor concepte în rezolvarea problemelor.

Procesul de învăţare directă, „văzând şi făcând“, continuă de-a lungul întregii iniţieri profesionale. Pe măsură ce studentul avansează de la cursurile din primul an spre disertaţia de doctorat, problemele ce-i sunt date devin mai complexe şi mai lipsite de precedente. Dar ele continuă să fie fidel modelate după rezultate anterioare, la fel cum vor fi şi problemele pe care le va aborda, în mod normal, în cursul viitoarei sale cariere ştiinţifice independente. Se poate presupune că undeva, pe parcurs, omul de ştiinţă a abstras intuitiv, pentru sine, regulile jocului, deşi sunt puţine temeiuri să credem acest lucru. Deşi mulţi oameni de ştiinţă vorbesc uşor şi bine despre anumite ipoteze individuale care stau la baza unei anumite cercetări curente, ei nu sunt mult superiori profanilor când este vorba de a caracteriza fundamentele domeniului lor, problemele şi metodele lui legitime. Dacă totuşi au asimilat astfel de abstracţii, ei o dovedesc mai ales prin capacitatea lor de a reuşi în cercetare. Această capacitate poate fi însă înţeleasă fără a recurge la nişte reguli ipotetice ale jocului.

Consecinţele educaţiei ştiinţifice au o reciprocă ce oferă un al treilea temei de a presupune că paradigmele ghidează cercetarea prin modelare directă, ca şi prin reguli abstrase. Ştiinţa normală

poate funcționa fără reguli numai atâta vreme cât comunitatea științifică acceptă fără întrebări soluțiile, deja obținute, la probleme particulare. Regulile ar trebui deci să capete importanță, iar indiferența caracteristică față de ele ar trebui să dispară ori de câte ori paradigmele sau modelele sunt considerate nesigure. Este, de altfel, ceea ce se și întâmplă. În particular, perioada dinaintea unei paradigme este regulat marcată de controverse frecvente și serioase asupra metodelor, problemelor și criteriilor legitime de rezolvare, deși acestea contribuie mai degrabă la delimitarea școlilor decât la realizarea unui acord. Am menționat câteva asemenea controverse în optică și electricitate; ele au jucat un rol chiar mai important în dezvoltarea chimiei din secolul al șaptesprezecelea și a geologiei de la începutul secolului al nouăsprezecelea[3]. Mai mult, asemenea controverse nu dispar definitiv la apariția unei paradigme. Deși aproape inexistente în perioadele de cercetare normală, ele reapar regulat exact înaintea și în cursul revoluțiilor științifice, perioade în care paradigmele sunt mai întâi atacate și apoi schimbate. Tranziția de la mecanica newtoniană la cea cuantică a stârnit numeroase controverse atât asupra naturii cât și asupra criteriilor fizicii — controverse care mai continuă încă[4]. Există încă oameni în viață care își pot aminti confruntările similare generate de teoria electromagnetică a lui Maxwell și de mecanica statistică[5]. Și chiar mai devreme, asimilarea mecanicii lui Galilei

---

[3] Pentru chimie, vezi H. Metzger, *op. cit.*, pp. 24–27, 146–149; și Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958), cap. II. Pentru geologie, vezi Walter F. Cannon, „The Uniformitarian-Catastrophist Debate", *Isis*, LI (1960), pp. 38–55; și C. C. Gillispie, *Genesis and Geology* (Cambridge, Mass., 1951), cap. IV–V.

[4] Pentru controversele privind mecanica cuantică, vezi Jean Ullmo, *La crise de la physique quantique* (Paris, 1950), cap. II.

[5] Pentru mecanica statistică, vezi René Dugas, *La théorie physique au sens de Bolzmann et ses prolongements modernes* (Neuchâtel, 1959), pp. 158–184, 206–219. Relativ la primirea făcută operei lui Maxwell, vezi Max Planck, „Maxwell's Influence in Germany", în James Clerk Maxwell, A *Commemoration Volume*, 1831–1931 (Cambridge, 1931), pp. 45–65, mai ales pp. 58–63; și Sylvanus P. Thompson, *The Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (Londra, 1910), II, pp. 1021–1027.

şi Newton a generat o serie de polemici celebre cu aristotelicieni, cartezieni şi leibnizieni în privinţa metodelor legitime ale ştiinţei[6].

Când oamenii de ştiinţă nu sunt de acord în privinţa rezolvării problemelor fundamentale ale domeniului lor, examinarea regulilor dobândeşte o însemnătate pe care nu o are de obicei. Atâta vreme însă cât paradigmele sunt trainice, ele pot funcţiona fără vreun acord asupra raţionalizării regulilor sau chiar fără nici o încercare de raţionalizare a lor.

Un al patrulea temei ce conferă paradigmelor un statut anterior celui al regulilor şi presupoziţiilor comune va fi discutat în încheierea acestei secţiuni. În introducerea la acest eseu, arătam că pot exista atât revoluţii mici cât şi revoluţii mari, că unele afectează numai membrii unei subspecialităţi ştiinţifice şi că pentru asemenea grupuri, chiar şi descoperirea unui fenomen nou şi neaşteptat poate fi revoluţionară. Următoarea secţiune va prezenta anumite revoluţii de acest fel. Este încă prea puţin clar cum de ele pot exista. Dacă ştiinţa normală este într-atât de rigidă şi dacă comunităţile ştiinţifice sunt atât de strâns unite, cum lasă să se înţeleagă cele spuse anterior, cum poate o schimbare de paradigmă să afecteze vreodată numai un mic subgrup? Ceea ce am spus până acum ar putea să sugereze că ştiinţa normală este o întreprindere unică, monolită şi unificată, care rezistă sau cade împreună cu oricare din paradigmele ei sau cu toate laolaltă. Dar este evident că ştiinţa nu arată (decât rareori sau niciodată) astfel. Adesea, considerând toate domeniile laolaltă, ea pare mai degrabă o structură cam şubredă, cu o slabă coerenţă între diversele ei părţi. Nimic din cele spuse până acum nu contrazice această observaţie foarte familiară. Dimpotrivă, substituind paradigmele regulilor, vom înţelege mai uşor diversitatea domeniilor şi specialităţilor ştiinţifice. Spre deosebire de paradigmă, regulile explicite (atunci

---

[6] Pentru un exemplu al luptei cu aristotelicienii, vezi A. Koyré, „A Documentary History of the Problem of Fall from Kepler to Newton", *Transactions of the American Philosophical Society*, XLV (1955), pp. 329–395. Pentru dezbaterile cu cartezienii şi cu leibnizienii, vezi Pierre Brunet, *L'introduction des théories de Newton en France en XVIIle siècle* (Paris, 1931); şi A. Koyré, *From the Closed World to the Infinite Universe* (Baltimore, 1957), cap. XI.

când există) sunt de obicei comune unui grup ştiinţific foarte larg. Practicienii unor domenii foarte diferite, de pildă, astronomia şi botanica taxonomică, sunt educaţi prin contactul cu realizări întru totul diferite, descrise în cărţi foarte diferite. Şi chiar cei care, fiind în aceleaşi domenii sau în unele foarte apropiate, încep prin a studia aceleaşi cărţi şi rezultate pot ajunge să asimileze, în cursul specializării profesionale, paradigme cu totul diferite.

Să luăm numai un singur exemplu: comunitatea foarte largă şi diversă a fizicienilor. Astăzi, fiecare membru al acestui grup învaţă legile mecanicii cuantice, de pildă, şi cei mai mulţi dintre ei le aplică la un moment dat în cercetare sau predare. Dar nu toţi învaţă aceleaşi aplicaţii ale acestor legi şi nu sunt deci toţi afectaţi în acelaşi fel de schimbările survenite în practica mecanicii cuantice. În cursul specializării lor profesionale, unii fizicieni fac cunoştinţă doar cu principiile fundamentale ale mecanicii cuantice. Alţii studiază în detaliu aplicaţiile paradigmatice ale acestor principii în chimie, iar alţii în fizica solidului ş.a.m.d. Pentru fiecare, înţelesul mecanicii cuantice depinde de cursurile pe care le-a urmat, de manualele pe care le-a citit şi de revistele pe care le studiază. De aici rezultă că, deşi o schimbare în legile mecanicii cuantice va fi revoluţionară pentru toate aceste grupuri, o schimbare care vizează numai una sau alta din aplicaţiile paradigmei mecanicii cuantice va fi revoluţionară numai pentru membrii unei anumite subspecialităţi. Pentru restul profesiunii şi pentru cei care practică alte ştiinţe fizice, această schimbare poate să nu fie deloc revoluţionară. Pe scurt, deşi mecanica cuantică (sau dinamica newtoniană, sau teoria electromagnetică) este o paradigmă pentru multe grupuri ştiinţifice, ea nu este aceeaşi paradigmă pentru toate. Ea poate deci determina simultan mai multe tradiţii de ştiinţă normală care coincid în parte, fără a fi coextensive. O revoluţie produsă într-una din aceste tradiţii nu se va extinde neapărat şi asupra celorlalte.

O scurtă ilustrare a efectelor specializării poate întări ideile de mai sus. Un cercetător care nădăjduia să afle ceva despre modul în care înţeleg oamenii de ştiinţă teoria atomică a întrebat pe un distins fizician şi pe un eminent chimist dacă un singur atom de

heliu este sau nu este o moleculă. Amândoi au răspuns fără să ezite, dar răspunsurile lor nu au coincis. Pentru chimist, atomul de heliu era o moleculă, întrucât se comportă ca atare în lumina teoriei cinetice a gazelor. Pentru fizician însă, atomul de heliu nu este o moleculă, pentru că nu indică nici un spectru molecular[7]. Probabil că amândoi vorbeau despre aceeaşi particulă, dar o vedeau prin prisma propriei lor pregătiri şi practici de cercetare. Experienţa pe care o aveau în rezolvarea problemelor le spunea ce trebuie să fie o moleculă. Experienţele lor aveau, fără îndoială, o mare parte comună, dar, în acest caz, ele nu le spuneau acelaşi lucru. În cele ce urmează, vom vedea cât de importante pot fi uneori asemenea diferenţe de paradigmă.

[7] Cercetătorul era James K. Senior, căruia îi sunt îndatorat pentru o relatare verbală. Unele probleme înrudite sunt tratate în articolul său „The Vernacular of the Laboratory“, *Philosophy of Science*, XXV (1958), pp. 163–168.

VI

Anomalia și emergența descoperirilor științifice

Știința normală, activitatea rezolvării de *puzzles* pe care tocmai am examinat-o, este o întreprindere într-o mare măsură cumulativă, extrem de eficientă în obținerea rezultatelor, sporind aria de cuprindere şi precizia cunoaşterii ştiinţifice. În toate aceste privințe, ea corespunde, cu mare fidelitate, celei mai obişnuite imagini despre munca ştiinţifică. Totuşi, un produs uzual al întreprinderii ştiinţifice lipseşte. Ştiinţa normală nu vizează noutăţi factuale sau teoretice, iar reuşita ei constă în a nu găsi nici una dintre ele. Dar cercetarea ştiinţifică descoperă neîncetat fenomene noi şi nebănuite, iar oamenii de ştiinţă inventează din când în când teorii radical noi. Istoria arată chiar că întreprinderea ştiinţifică a dezvoltat o metodă extrem de puternică pentru a produce astfel de surprize. Dacă această trăsătură a ştiinţei trebuie împăcată cu altele, discutate mai sus, atunci cercetarea din cadrul unei paradigme trebuie să fie o cale deosebit de eficientă pentru a produce schimbarea ei. Este ceea ce fac noutăţile fundamentale factuale şi teoretice. Produse inadvertent de către un joc jucat potrivit unor anumite reguli, asimilarea lor solicită elaborarea altor reguli. Iar după ce au devenit părţi ale ştiinţei, întreprinderea ştiinţifică (cel puţin, a acelor specialişti în al căror domeniu au apărut noutăţile) nu mai este niciodată ceea ce a fost.

Trebuie să ne întrebăm, acum, cum pot surveni asemenea schimbări, considerând mai întâi descoperirile sau noutăţile factuale şi apoi invenţiile sau noutăţile teoretice. Această distincţie între descoperire şi invenţie sau între fapt şi teorie se va dovedi însă, foarte curând, mult prea artificială. Artificialitatea ei este o cheie importantă pentru înţelegerea câtorva din tezele principale ale acestui eseu.

Examinând, în continuare, anumite descoperiri vom observa imediat că ele nu sunt evenimente izolate, ci episoade îndelungate, cu o structură care reapare regulat. Descoperirea începe prin conştientizarea unei anomalii, adică prin recunoaşterea faptului că natura a înşelat oarecum aşteptările induse de paradigma care guvernează ştiinţa normală. Ea continuă apoi cu explorarea mai mult sau mai puţin amplă a zonei anomaliei şi se încheie numai atunci când teoria paradigmă a fost astfel ajustată încât ceea ce era anomalie a devenit un fapt aşteptat. Asimilarea unui nou tip de fapt necesită mai mult decât o ajustare suplimentară a teoriei; dar până când această ajustare nu este dusă la bun sfârşit, adică, până când omul de ştiinţă nu a învăţat să vadă natura într-un chip diferit, noul fapt nu este câtuşi de puţin un fapt ştiinţific.

Pentru a vedea cât de strâns împletite sunt noutăţile factuale şi teoretice în ţesătura descoperirii ştiinţifice, să examinăm un exemplu celebru, descoperirea oxigenului. Cel puţin trei oameni şi-o revendică în mod legitim, iar alţi câţiva chimişti (pe la începutul anilor 1770) vor fi îmbogăţit, fără să ştie, aerul dintr-un recipient de laborator[1]. Progresul ştiinţei normale, în acest caz al chimiei pneumatice, a pregătit cu conştiinciozitate toate premisele unei breşe. Primul care a pretins că a preparat o mostră pură de oxigen a fost farmacistul suedez C. W. Scheele. Opera sa poate fi totuşi ignorată întrucât nu a fost publicată decât după ce descoperirea oxigenului fusese în repetate rânduri anunţată de alţii, astfel încât ea nu are nici un efect asupra structurii istorice care ne interesează[2].

Al doilea (în timp) care a emis aceleaşi pretenţii a fost savantul şi teologul britanic Joseph Priestley, care a colectat separat gazul

1 Pentru discuţia încă clasică a descoperirii oxigenului, vezi A. N. Meldrum, *The Eighteenth Century Revolution in Science — the First Phase* (Calcutta, 1930), cap. V. O recentă şi indispensabilă trecere în revistă, incluzând o relatare a controversei priorităţilor, este cea a lui Maurice Daumas, *Lavoisier, théoricien et expérimentateur* (Paris, 1955), cap. II–III. Pentru o relatare şi bibliografie mai amplă, vezi de asemenea T. S. Kuhn, „The Historical Structure of Scientific Discovery“, *Science*, CXXXVI (June 1, 1962), pp. 760–764.

2 Vezi însă Uno Bocklund, „A Lost Letter from Scheele to Lavoisier“, *Lychnos*, 1957–1958, pp. 39–62, pentru o evaluare diferită a rolului lui Scheele.

eliberat de oxidul roşu de mercur încălzit în cursul unei îndelungate investigaţii normale a „aerului“ degajat de un mare număr de substanţe solide. În 1774 el a identificat gazul astfel produs ca oxid de azot, iar în 1775, în urma altor teste, ca aer obişnuit, dar având o cantitate subnormală de flogistic. Al treilea pretendent, Lavoisier, şi-a început cercetarea care l-a condus spre oxigen după experienţele lui Priestley din 1774 şi poate ca urmare a unei sugestii a lui Priestley. La începutul anului 1775, Lavoisier relata că gazul obţinut prin încălzirea oxidului roşu de mercur era „aer însuşi, în întregime, fără vreo alterare [numai că]... iese mai pur, mai respirabil“[3]. Prin 1777, probabil pe baza unei alte metode a lui Priestley, Lavoisier conchidea că gazul era o specie distinctă, unul din cei doi constituenţi principali ai atmosferei, o concluzie pe care Priestley nu a putut s-o accepte niciodată.

Această structură a descoperirii ridică o întrebare care poate fi pusă în legătură cu orice fenomen nou care a intrat vreodată în conştiinţa oamenilor de ştiinţă. Cine a descoperit primul oxigenul? Priestley sau Lavoisier, dacă este vorba într-adevăr de unul dintre ei? Şi, în orice caz, când a fost descoperit oxigenul? În această formă, întrebarea poate fi pusă chiar dacă ar fi existat un singur pretendent la descoperire. Considerat ca o tranşare a priorităţii şi datei, răspunsul nu ne interesează câtuşi de puţin. Totuşi, o încercare de a da un răspuns va clarifica natura descoperirii, deoarece vreun asemenea răspuns nu poate fi găsit. Această întrebare este improprie pentru tipul de proces care este descoperirea. Faptul că ea este pusă — prioritatea descoperirii oxigenului fiind în repetate rânduri contestată, începând din 1780 — dovedeşte că ceva nu este în regulă cu imaginea despre ştiinţă care conferă descoperirii u rol atât de fundamental. Să examinăm încă o dată exemplul nostru. Revendicarea de către Priestley a descoperirii oxigenului se întemeiază pe prioritatea sa în a izola un gaz care, mai târziu, a fost recunoscut ca o specie distinctă. Dar eşantionul de gaz al lui

---

[3] J. B. Conant, *The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775–1789* („Harvard Case Histories in Experimental Science“, Case 2; Cambridge, Mass., 1950), p. 23. Această broşură foarte utilă reproduce multe documente relevante.

Priestley nu era pur, iar dacă a obţine oxigen impur înseamnă a-l descoperi, atunci oxigenul a fost descoperit de către oricine a îmbuteliat vreodată aer din atmosferă. Apoi, dacă Priestley a fost descoperitorul, când a fost făcută descoperirea? În 1774, el credea că a obţinut oxid de azot, gaz pe care-l cunoştea deja; în 1775, a crezut că este vorba de aer deflogisticat, care nu este încă oxigen sau un gaz cu totul neaşteptat, cel puţin pentru adepţii chimiei flogisticului. Prioritatea revendicată de Lavoisier pare mai întemeiată, dar ea ridică aceleaşi probleme. Dacă îi refuzăm premiul lui Priestley, nu i-l putem decerna lui Lavoisier pentru cercetările din 1775 care l-au condus la identificarea gazului ca fiind „în întregime aer". Ar trebui poate să aşteptăm cercetările din 1776 şi 1777, în urma cărora Lavoisier a fost în stare nu numai să observe gazul, dar să stabilească şi despre ce gaz este vorba. Dar chiar şi în acest caz, decernarea premiului ar putea fi pusă la îndoială, întrucât în 1777 şi până la sfârşitul vieţii sale, Lavoisier a rămas convins că oxigenul era un „principiu (atomic) de aciditate" şi că gazul oxigen se forma numai atunci când acest „principiu" se unea cu caloricul, substanţa căldurii[4]. Vom spune atunci că oxigenul nu fusese încă descoperit în 1777? Unii ar fi înclinaţi să răspundă afirmativ. Dar principiul acidităţii nu a fost alungat din chimie decât după 1810, iar caloricul a mai zăbovit până prin anii 1860. Oxigenul devenise însă o substanţă chimică standard înaintea ambelor acestor date.

Este limpede că avem nevoie de un nou vocabular şi de noi concepte pentru a analiza evenimente ca descoperirea oxigenului. Deşi neîndoielnic corectă, propoziţia „oxigenul a fost descoperit" induce în eroare, lăsând să se înţeleagă că a descoperi ceva este un act singular şi simplu, asimilabil conceptului nostru obişnuit (dar de asemenea îndoielnic) de a vedea. Iată de ce acceptăm atât de prompt că descoperirea, ca şi actele de a vedea sau a atinge, poate fi precis atribuită unui individ şi unui moment în timp. Dar această din urmă atribuire nu este niciodată posibilă, iar cea dintâi foarte rar. Lăsându-l deoparte pe Scheele, putem spune, fără teamă

---

[4] H. Metzger, *La Philosophie de la matière chez Lavoisier* (Paris, 1935); şi Daumas, *op. cit.*, cap. VII.

de a greşi, că oxigenul nu fusese descoperit înainte de 1774, ci mai probabil prin 1777 sau curând după aceea. Dar între aceste limite, orice încercare de a data precis descoperirea nu poate fi decât arbitrară, pentru că descoperirea unui nou tip de fenomen este inevitabil un eveniment complex, care implică a recunoaşte atât *că* ceva este cât şi *ce* este. Să notăm, de pildă, că dacă oxigenul ar fi fost pentru noi aer deflogisticat, am afirma fără ezitare că Priestley a fost cel care l-a descoperit, deşi tot n-am fi ştiut când anume. Dar dacă atât observaţia cât şi conceptualizarea, faptul şi asimilarea lui într-o teorie, sunt inseparabil legate într-o descoperire, atunci aceasta din urmă apare ca un proces care cere timp. Numai atunci când toate categoriile conceptuale relevante sunt pregătite dinainte (în care caz fenomenul nu ar mai fi de un tip nou), şi numai atunci, descoperirea *că* ceva este şi, respectiv, *ce* este ar putea surveni firesc, împreună şi instantaneu.

Să admitem acum că descoperirea implică un proces amplu, deşi nu neapărat îndelungat, de asimilare conceptuală. Putem spune de asemenea că ea implică şi o schimbare în paradigmă? Deocamdată, nu poate fi dat nici un răspuns general la o asemenea întrebare, dar, cel puţin în acest caz, răspunsul trebuie să fie afirmativ. Ceea ce anunţa Lavoisier în articolele sale de după 1777 nu era atât descoperirea oxigenului, cât teoria arderii prin oxidare. Această teorie a fost principiul de bază care a dus la o reformulare într-atât de cuprinzătoare a chimiei încât a ajuns să fie în mod uzual denumită revoluţie chimică. Într-adevăr, dacă descoperirea oxigenului nu ar fi fost o parte intimă a apariţiei unei noi paradigme în chimie, problema priorităţii, de la care am pornit, nu ar fi părut atât de importantă. În acest caz, ca şi în altele, valoarea atribuită unui nou fenomen, şi deci descoperitorului său, variază în funcţie de aprecierea măsurii în care fenomenul a înşelat aşteptările induse de paradigmă. Să notăm însă faptul, care se va dovedi important mai târziu, că descoperirea oxigenului nu a fost, în sine, cauza schimbărilor din teoria chimică. Mult înainte de a fi jucat vreun rol în descoperirea noului gaz, Lavoisier era convins că ceva nu era în regulă cu teoria flogisticului şi de asemenea că corpurile care ard absorb o parte din atmosferă. Aceste observaţii le-a înmânat, într-o notă sigilată, în 1772, secretarului Academiei

Franceze[5]. Cercetările asupra oxigenului nu au făcut decât să clarifice şi să structureze considerabil convingerea mai veche a lui Lavoisier că ceva nu mergea bine. Aceste cercetări l-au făcut să înţeleagă un fapt pe care era deja pregătit să-l descopere: şi anume, natura substanţei pe care arderea o absoarbe din atmosferă. Faptul că a fost, mai dinainte, conştient de aceste dificultăţi trebuie să-l fi ajutat considerabil pe Lavoisier să observe, în experimente ca ale lui Priestley, un gaz pe care Priestley însuşi nu fusese în stare să-l remarce. Şi viceversa, faptul că ceea ce a observat Lavoisier a fost posibil numai printr-o revizuire majoră a paradigmei explică, în linii mari, de ce Priestley nu a fost în stare, până la sfârşitul vieţii, să observe acelaşi lucru.

Alte două exemple, mult mai scurte, vor confirma multe din cele tocmai spuse şi totodată ne vor permite să trecem de la elucidarea naturii descoperirilor la o înţelegere a împrejurărilor în care ele apar în ştiinţă. Pentru a prezenta principalele moduri în care pot surveni descoperirile, am ales exemple care sunt nu numai diferite între ele, dar şi diferite de descoperirea oxigenului.

Primul, descoperirea razelor X, este un caz clasic de descoperire accidentală, un caz întâlnit mult mai frecvent decât ne lasă să înţelegem rigorile impersonale ale relatărilor ştiinţifice. Istoria lui începe într-o zi în care fizicianul Roentgen îşi întrerupea o investigaţie curentă a razelor catodice deoarece observase că un ecran de cianură platinoasă de bariu, aflat la o oarecare distanţă de aparatul său căptuşit cu plumb, devenise luminescent în momentul descărcării. Investigaţiile ulterioare — de-a lungul a şapte săptămâni agitate, în care Roentgen părăsea foarte rar laboratorul — au arătat că luminescenţa emana în linii drepte de la tubul de raze catodice, că radiaţiile proiectau umbre, că nu puteau fi deviate de un magnet şi încă multe altele. Înainte de a-şi anunţa descoperirea, Roentgen se convinsese că efectul descoperit nu se datora razelor catodice, ci unui agent oarecum asemănător luminii[6].

---

[5] Cea mai autorizată prezentare a originii nemulţumirii lui Lavoisier este Henry Guerlac, *Lavoisier — the Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in* 1772 (Ithaca, N. Y., 1961).

[6] L. W. Taylor, *Physics, the Pioneer Science* (Boston, 1941), pp. 790–794; şi T. W. Chalmers, *Historic Researcheas* (Londra, 1949), pp. 218–219.

Chiar şi un rezumat atât de scurt dezvăluie asemănări izbitoare cu descoperirea oxigenului: înainte de a experimenta cu oxidul roşu de mercur, Lavoisier realizase experimente care nu dăduseră rezultatele anticipate de paradigma flogisticului; descoperirea lui Roentgen a început prin observaţia că ecranul devine luminescent când nu trebuia. În ambele cazuri, perceperea anomaliei — adică a unui fenomen la care nu se aştepta, potrivit paradigmei cu care lucra — a jucat un rol esenţial în pregătirea terenului pentru perceperea noutăţii. Dar, din nou în ambele cazuri, perceperea că ceva nu este în regulă a fost numai preludiul descoperirii. Nici oxigenul şi nici razele X nu au ieşit la iveală decât în urma unui proces ulterior de experimentare şi prelucrare. În ce moment al investigaţiei lui Roentgen, de pildă, ar trebui să spunem că razele X au fost într-adevăr descoperite? În orice caz, nu în primul moment când tot ce observase era numai un ecran luminescent. Cel puţin un alt investigator observase acea luminescenţă şi, mai târziu spre regretul său, nu descoperi nimic[7]. După cum este cât se poate de limpede că momentul descoperirii nu poate fi fixat undeva, în cursul ultimei săptămâni de cercetări, când Roentgen explora proprietăţile noii radiaţii pe care o descoperise *deja*. Tot ce putem spune este că razele X au apărut la Würzburg între 8 noiembrie şi 28 decembrie 1895.

Într-o a treia privinţă însă, existenţa unor paralele semnificative între descoperirea oxigenului şi, respectiv, a razelor X este mult mai puţin evidentă. Spre deosebire de descoperirea oxigenului, cea a razelor X nu a fost implicată, cel puţin în deceniul care i-a urmat, în vreo zdruncinare vizibilă a teoriei ştiinţifice. În ce sens se poate spune atunci că asimilarea acestei descoperiri a necesitat o schimbare de paradigmă? Argumentele în favoarea negării unei asemenea schimbări sunt foarte puternice. Este neîndoielnic că paradigmele la care au subscris Roentgen şi contemporanii săi nu a fi putut fi folosite în predicţia razelor X. (Teoria electromagnetică

[7] E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I, (2d. ed.; Londra, 1951), 358, n. 1. Sir George Thompson m-a informat despre un al doilea eşec. Alertat de valoarea inexplicabilă a plăcilor fotografice, Sir William Crookes era de asemenea pe urmele descoperirii.

a lui Maxwell nu fusese încă acceptată pretutindeni, iar teoria corpusculară a razelor catodice era numai una dintre câteva speculații curente.) Nu este mai puțin adevărat însă că aceste paradigme nu interziceau, cel puțin nu într-un mod evident, existența razelor X, cum interzisese teoria flogisticului interpretarea dată de Lavoisier gazului lui Priestley. Dimpotrivă, în 1895, teoria şi practica ştiinţifică acceptate admiteau un număr de forme de radiații: vizibile, infraroşii şi ultraviolete. De ce nu s-ar fi putut ca razele X să fie acceptate pur şi simplu ca încă o formă a unei clase bine cunoscute de fenomene naturale? De ce nu au fost ele primite în acelaşi fel ca şi descoperirea unui nou element chimic? Noi elemente care să umple căsuțele goale din tabelul lui Mendeleev încă erau căutate şi găsite, pe vremea lui Roentgen. Căutarea lor era un demers obişnuit al ştiinţei normale, iar reuşita era prilej de felicitări, nicidecum de surpriză.

Razele X însă au fost întâmpinate nu numai cu surpriză, dar şi cu stupoare. La început, lordul Kelvin le-a calificat drept o păcăleală bine lucrată[8]. Alții, deşi nu puteau pune la îndoială dovezile, erau evident uluiți. Deşi razele X nu erau proscrise de teoria existentă, ele contraveneau unor aşteptări adânc înrădăcinate. După părerea mea, aceste aşteptări erau implicate în proiectarea şi interpretarea procedurilor de laborator admise. Prin 1890, aparatele cu raze catodice erau larg răspândite în numeroase laboratoare europene. Dacă aparatul lui Roentgen produsese raze X, atunci şi alți experimentatori trebuie să le fi produs o bucată de vreme, fără să-şi fi dat seama. Poate că aceste raze, care puteau, la fel de bine, să aibă şi alte surse necunoscute, erau implicate într-un comportament explicat până atunci fără referire la ele. Cel puțin, unele din cele mai familiare tipuri de aparate aveau să fie, de atunci încolo, căptuşite cu plumb. Cercetări deja încheiate, asupra unor teme normale, aveau să fie acum reluate deoarece autorii lor nu reuşiseră să identifice şi să controleze o variabilă relevantă. Raxele X inaugurau, fără îndoială, un nou domeniu, sporind astfel aria potențială a ştiinţei normale. Dar, ceea ce este acum mult mai

---

8 Silvanus P. Thompson, *The Life of Sir William Thomson Baron Kelvin of Largs* (Londra, 1910), II, 1125.

important, ele modificau domenii care existau deja. În acest proces, ele au negat unor tipuri altădată paradigmatice de instrumentaţie dreptul la acest titlu.

Pe scurt, conştientă sau nu, decizia de a folosi un anumit aparat într-un mod anume implică presupunerea că vor apărea numai anumite tipuri de situaţii. Există aşteptări instrumentale ca şi teoretice care au jucat adesea un rol decisiv în dezvoltarea ştiinţei. O asemenea aşteptare a jucat, de pildă, un rol în descoperirea întârziată a oxigenului. Folosind un test standard pentru „puritatea aerului“, atât Priestley cât şi Lavoisier au amestecat două volume din gazul lor cu un volum de oxid de azot, au agitat amestecul deasupra apei şi au măsurat volumul reziduului gazos. Experienţa anterioară, pe baza căreia fusese dezvoltat acest procedeu standard, îi asigura că în cazul aerului atmosferic reziduul va fi de un anumit volum şi că în cazul oricărui alt gaz (sau al aerului poluat) el va fi mai mare. În experimentele cu oxigen, ambii au găsit un reziduu apropiat de un acelaşi volum, identificând gazul în mod corespunzător. Doar mult mai târziu şi în mod accidental a renunţat Priestley la procedeul obişnuit şi a încercat să amestece, în alte proporţii, oxid de azot cu gazul său. A descoperit atunci că, la un volum de patru ori mai mare de oxid de azot, nu mai rămânea nici un reziduu. Încrederea sa în procedeul iniţial de testare — procedeu confirmat de numeroase experienţe anterioare — a dus simultan la convingerea că nu pot exista gaze care să se comporte ca oxigenul[9].

Se mai pot da numeroase exemple de acest fel; de pildă, identificarea târzie a fisiunii uraniului. Un motiv pentru care această reacţie nucleară s-a dovedit a fi extrem de greu de identificat a fost acela că cei care ştiau la ce să se aştepte în cazul bombardării uraniului au ales teste chimice ce vizau îndeosebi elemente din partea superioară a tabelului periodic[10]. Ar trebui oare să conchidem,

---

9 Conant, *op. cit.*, pp. 18–20.

10 K. K. Darrow, „Nuclear Fission“, *Bell System Technical Journal*, XIX, (1940), pp. 267–289. Kriptonul, unul din cele două produse principale ale fisiunii, pare să nu fi fost identificat prin mijloace chimice, decât după ce reacţia a fost bine înţeleasă. Bariul, celălalt produs, a fost cât pe ce să fie

din frecvenţa cu care asemenea opţiuni instrumentale se dovedesc eronate, că ştiinţa trebuie să renunţe la testele şi instrumentele standard? Aceasta ar duce la o metodă de cercetare de neconceput. Procedurile şi aplicaţiile unei paradigme sunt la fel de necesare ştiinţei ca şi legile şi teoriile paradigmei, având aceleaşi efecte. Ele restrâng inevitabil câmpul fenomenologic accesibil în orice moment al investigaţiei ştiinţifice. Admiţând acest lucru, vom putea în acelaşi timp să înţelegem un sens esenţial în care o descoperire ca aceea a razelor X necesita o schimbare de paradigmă — şi, deci, o schimbare atât a procedurilor cât şi a aşteptărilor — pentru un anumit segment al comunităţii ştiinţifice. Drept urmare, vom putea de asemenea înţelege cum descoperirea razelor X a putut să pară că dezvăluie multor oameni de ştiinţă o lume nouă, stranie, şi astfel a putut să contribuie atât de efectiv la criza care a dus la fizica secolului douăzeci.

Ultimul nostru exemplu de descoperire ştiinţifică, cea a buteliei de Leyda, aparţine unei categorii care poate fi caracterizată ca fiind indusă de teorie. Pentru început, termenul ar putea să pară paradoxal. O mare parte din cele spuse până acum sugerează că descoperirile anticipate de teorie fac parte din ştiinţa normală şi nu duc la nici un *tip nou* de fapte. M-am referit, de pildă, înainte, la descoperirile unor noi elemente chimice, în cursul celei de a doua jumătăţi a secolului al nouăsprezecelea, arătând că ele sunt

---

identificat chimic într-un stadiu târziu al investigaţiei întrucât, aşa cum s-a întâmplat, acest element trebuia adăugat soluţiei radioactive pentru a precipita elementul greu pe care îl căutau chimiştii nucleari. Eşecul separării acestui bariu adăugat de produsul radioactiv a dus până la urmă, după ce reacţia a fost continuu investigată vreme de aproape cinci ani, la următorul raport: „Chimişti fiind, ar trebui să fim determinaţi de această cercetare... să schimbăm toate numele din schema anterioară [a reacţiei] şi să scriem deci Ba, La, Ce în loc de Ra, Ac, Th. Dar, fiind chimişti nucleari, strâns legaţi de fizică, nu ne putem hotărî să facem acest pas care ar contrazice întreaga existenţă anterioară a fizicii nucleare. S-ar putea ca o serie de accidente ciudate să ne fi dus la rezultate înşelătoare“. (Otto Hahn şi Fritz Strassman, „Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle“, *Die Naturwissenschaften*, XXVII [1939], 15).

generate în acest fel de ştiinţa normală. Dar nu toate teoriile sunt teorii paradigme. Atât în perioadele premergătoare paradigmei cât şi în cursul crizelor care duc la schimbări majore de paradigme, oamenii de ştiinţă elaborează de obicei numeroase teorii speculative şi nearticulate, care pot indica ele însele calea spre descoperire. Adesea însă, acea descoperire nu este nicidecum cea anticipată de ipoteza speculativă şi provizorie. Numai când experimentul şi teoria experimentală sunt împreună şi armonios articulate, descoperirea se impune, iar teoria devine o paradigmă.

Descoperirea buteliei de Leyda prezintă toate aceste trăsături, precum şi altele notate mai înainte. La apariţia ei, nu exista nici o paradigmă unică pentru cercetarea în electricitate. Dimpotrivă, se aflau în competiţie câteva teorii, toate derivate din fenomene relative accesibile. Dar nici una din ele nu reuşise să ordoneze perfect întreaga varietate a fenomenelor electrice. Această nereuşită a fost sursa câtorva din anomaliile care au constituit cadrul descoperirii buteliei de Leyda. Una din şcolile aflate în competiţie considera electricitatea ca un fluid şi această concepţie i-a îndemnat pe câţiva cercetători să încerce să îmbutelieze fluidul, ţinând în mână un flacon umplut cu apă şi introducând în apă un conductor legat de un generator electrostatic în funcţie. Îndepărtând sticla de generator şi atingând apa (sau conductorul introdus în ea) cu mâna rămasă liberă, fiecare din aceşti cercetători a simţit un şoc puternic. Dar aceste prime experimente nu au produs butelia de Leyda. Acest instrument s-a conturat mai încet, fiind din nou imposibil să precizăm momentul adevăratei sale descoperiri. Încercările iniţiale de a înmagazina fluid electric au reuşit numai pentru că cercetătorii ţineau sticla în mâini în timp ce stăteau pe pământ. „Electricienii“ mai aveau încă să afle că butelia avea nevoie de un strat conducător nu numai exterior dar şi interior şi că fluidul nu era nicidecum înmagazinat în butelie. Undeva, în cursul investigaţiilor în care au aflat aceste detalii şi în care au întâlnit şi alte anomalii, s-a conturat aparatul pe care îl numim butelie de Leyda. Apoi, experimentele care au dus la apariţia acestui aparat, multe din ele întreprinse de Franklin, au fost totodată cele

care au reclamat revizuirea drastică a teoriei fluidului, ducând astfel la prima paradigmă completă a electricităţii[11].

Într-o măsură mai mare sau mai mică (corespunzând continuumului ce se întinde de la surpriză până la rezultatul anticipat), trăsăturile comune celor trei exemple de mai sus sunt caracteristice tuturor descoperirilor din care apar noi tipuri de fenomene. Aceste caracteristici cuprind: conştientizarea prealabilă a anomaliei, apariţia treptată şi simultană a identificării observaţionale şi conceptuale şi schimbarea corespunzătoare a categoriilor şi procedurilor paradigmei, schimbare ce întâmpină adesea rezistenţă. Există chiar dovezi că aceste caracteristici sunt constitutive naturii procesului perceptual însuşi. Într-un experiment psihologic care merită să fie mult mai cunoscut în afara specialiştilor, Bruner şi Postman au cerut subiecţilor să identifice, în condiţiile unei expuneri scurte şi controlate, o serie de cărţi de joc. Multe dintre cărţi erau normale, dar unele erau alcătuite anormal, de pildă, un şase roşu de pică şi un patru negru de cupă. Fiecare etapă experimentală consta în expunerea repetată a unei singure cărţi unui singur subiect. După fiecare expunere, subiectul era întrebat ce văzuse, iar etapa experimentală era încheiată după două identificări succesive corecte.[12]

Chiar în cele mai scurte expuneri, mulţi subiecţi au identificat majoritatea cărţilor, iar după o uşoară creştere a timpului de expunere toţi subiecţii au identificat toate cărţile. Pentru cărţile normale, aceste identificări au fost de obicei corecte, dar cărţile anormale au fost aproape întotdeauna identificate, fără ezitări, cu nedumeriri vizibile, ca fiind corecte. Patru negru de cupă a fost identificat, de pildă, cu patru de pică sau cupă. Fără conştiinţa vreunei nereguli, cartea a fost imediat încadrată într-una din

[11] Pentru diferitele stadii ale evoluţiei buteliei de Leyda, vezi I. B. Cohen, *Franklin and Newton; An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), pp. 385–386, 400–406, 452–467, 506–507. Ultimul stadiu este descris de Whittaker, *op. cit.*, pp. 50–52.

[12] J. S. Bruner şi Leo Postman, „On the Perception of Incongruity: A Paradigm", *Journal of Personality*, XVIII (1940), pp. 206–223.

categoriile conceptuale pregătite de experienţa anterioară. Cineva ar putea chiar să refuze să afirme că subiecţii au văzut ceva diferit de ceea ce au identificat. Odată cu creşterea timpului de expunere a cărţilor anormale, subiecţii au început să ezite, dovedind că sunt conştienţi că ceva nu e în regulă. De pildă, în faţa unui şase roşu de pică, unii ar fi spus: acesta e un şase de pică, dar ceva nu e în regulă cu el — negrul are o margine roşie. Creşterea şi mai mare a timpului de expunere a aprovocat tot mai multă ezitare şi confuzie până când, în fine, şi uneori bursc, cei mai mulţi dintre subiecţi vor fi făcut, fără să ezite, identificarea corectă. Mai mult decât atât, după ce au procedat astfel cu două sau trei cărţi anormale, ei nu vor mai avea dificultăţi deosebite cu celelalte. Câţiva subiecţi, totuşi, nu au fost deloc în stare să facă modificările corespunzătoare ale categoriilor lor perceptuale. Chiar şi la o creştere de patruzeci de ori a timpului mediu de expunere necesar recunoaşterii unor cărţi normale, mai mult de zece la sută din cărţile anormale nu au fost corect identificate. Iar subiecţii care au eşuat şi în acest caz s-au simţit foarte contrariaţi. Unul din ei a exclamat: „Nu pot să-mi dau seama de culoare, oricare ar fi ea. În acest moment nici măcar nu seamănă cu o carte. Nu ştiu ce culoare este acum sau dacă este o pică sau o cupă. Nu sunt nici măcar sigur cum arată o pică. Dumnezeule!“[13] În secţiunea următoare vom avea ocazia să-i vedem pe oamenii de ştiinţă comportându-se din când în când asemănător.

Fie ca o metaforă, fie pentru că reflectă natura intelectului, acest experiment psihologic oferă o schemă deosebit de simplă şi convingătoare a procesului descoperirii ştiinţifice. În ştiinţă, ca şi în experimentul cu cărţile de joc, noutatea apare numai cu dificultate, învingând rezistenţa opusă de aşteptările prealabile. Iniţial, numai anticipatul şi obişnuitul sunt remarcate, chiar în condiţiile în care anomalia este mai târziu observată. O familiarizare mai bună creează însă sentimentul unei nereguli sau corelează efectul

---

[13] *Ibidem*, p. 218. Colegul meu Postman îmi spune că, deşi ştia dinainte totul despre aparat şi expunere, s-a trezit totuşi privind foarte neliniştit la cărţile nepotrivite.

cu ceva care nu a fost în regulă mai înainte. Conştiinţa anomaliei inaugurează o perioadă în care categoriile conceptuale sunt ajustate până când ceea ce apărea iniţial ca o anomalie apare acum ca un lucru anticipat. În acest punct descoperirea este încheiată. Am afirmat deja că acest proces, sau unul foarte asemănător, este implicat în apariţia tuturor noutăţilor ştiinţifice fundamentale. Voi remarca acum că, identificând acest proces, putem în sfârşit să începem să înţelegem de ce ştiinţa normală — deşi o întreprindere care nu este orientată spre noutăţi şi care încearcă la început să le suprime — este totuşi atât de eficientă în producerea lor.

În dezvoltarea oricărei ştiinţe, despre prima paradigmă acceptată se crede de obicei că explică cu succes majoritatea observaţiilor şi experimentărilor uşor accesibile practicienilor acelei ştiinţe. Dezvoltarea ulterioară solicită de obicei construirea unui aparataj complicat, elaborarea unui vocabular şi a unor tehnici ezoterice şi o rafinare a conceptelor care reduce într-o măsură tot mai mare asemănarea lor cu prototipurile obişnuite ale bunului-simţ. Această profesionalizare duce, pe de o parte, la o restrângere imensă a viziunii omului de ştiinţă şi la o rezistenţă considerabilă la schimbări de paradigmă. Omul de ştiinţă devine tot mai rigid. Pe de altă parte, în acele domenii spre care paradigma îndreaptă atenţia grupului practicienilor, ştiinţa normală produce o detaliere a informaţiei şi o precizie a corespondenţei dintre teorie şi observaţie care nu pot fi atinse în nici un alt fel. În plus, această detaliere şi precizie au o valoare ce depăşeşte interesul lor intrinsec, nu întotdeauna prea ridicată. Fără aparatajul special construit îndeosebi pentru funcţii anticipate, rezultatele care duc în ultimă instanţă la descoperiri nu ar putea apărea. Şi chiar când aparatajul există, noutatea i se arată de obicei numai aceluia care, cunoscând *cu precizie* la ce să se aştepte, este în stare să-şi dea seama că ceva nu merge bine. Anomalia apare numai pe fundalul unei paradigme. Cu cât acea paradigmă este mai precisă şi mai cuprinzătoare, cu atât mai sensibilă este capacitatea ei de a detecta o anomalie şi deci de a prilejui schimbarea paradigmei. În desfăşurarea normală a unei descoperiri, chiar şi rezistenţa faţă de schimbare are o utilitate care va fi examinată mai îndeaproape în secţiunea următoare. Având grijă ca paradigma să nu fie abandonată prea uşor, această

rezistență garantează că oamenii de știință nu vor fi lesne abătuți din drum și că anomaliile care duc la schimbarea paradigmei vor pătrunde până în miezul cunoașterii existente. Însuși faptul că atât de des o noutate științifică semnificativă apare simultan în mai multe laboratoare este o dovadă atât a naturii tradiționale puternic înrădăcinate a științei normale cât și a deplinătății cu care această investigare tradițională își pregătește calea propriei ei schimbări.

VII

Criza și emergența teoriilor științifice

Toate descoperirile considerate în secțiunea VI au fost cauze ale schimbărilor de paradigme sau au contribuit la ele. Apoi, schimbările în care au fost implicate aceste descoperiri erau, toate, atât distructive cât şi constructive. După asimilarea descoperirii, oamenii de ştiinţă au fost în stare să explice un domeniu mai vast de fenomene naturale sau să explice cu mai multă precizie unele din cele deja cunoscute. Dar acest câştig a fost realizat numai cu prețul înlăturării unor convingeri și proceduri odinioară tipice şi, simultan, al înlocuirii acestor componente ale vechii paradigme cu altele. După cum am arătat, astfel de modificări însoțesc toate descoperirile realizate în cadrul ştiinţei normale, în afara celor nesurprinzătoare care fuseseră anticipate în linii mari, exceptând detaliile. Descoperirile nu sunt însă singurele surse ale acestor schimbări distructive-constructive de paradigme. În secțiunea de față vom începe să discutăm modificări asemănătoare, dar mult mai ample, care rezultă din inventarea unor noi teorii.

După ce am arătat că, în ştiinţă, faptul şi teoria, descoperirea şi invenţia nu sunt categoric şi permanent distincte, putem anticipa o suprapunere între această secţiune şi cea precedentă. (Ideea imposibilă că Priestley a descoperit mai întâi oxigenul, iar Lavoisier l-a inventat apoi îşi are atracţia ei. Am întâlnit deja oxigenul ca descoperire; în curând îl vom întâlni din nou ca invenţie.)

Abordând problema apariţiei unor noi teorii, vom înțelege indiscutabil mai bine şi problema descoperirii. Totuşi, suprapunerea nu este o identitate. Tipurile de descoperiri considerate în secțiunea precedentă nu au fost (cel puțin luate separat) responsabile pentru modificări de paradigme precum au fost revoluțiile copernicană,

newtoniană, chimică sau einsteiniană. Tot aşa cum nu au fost responsabile pentru schimbările de paradigmă ceva mai mici (fiind profesional mai restrânse) produse de teoria ondulatorie a luminii, teoria dinamică a căldurii, sau teoria electromagnetică a lui Maxwell. Cum pot apărea astfel de teorii din ştiinţa normală, o activitate şi mai puţin orientată spre obţinerea lor decât spre cea a descoperirilor?

Dacă conştiinţa anomaliei joacă un rol în apariţia unor noi tipuri de fenomene, nu ar trebui să surprindă pe nimeni că o conştiinţă similară, dar mai profundă, este o condiţie a tuturor schimbărilor majore de teorii. În această privinţă, cred că evidenţa istorică este absolut certă. Situaţia astronomiei ptolemaice era scandaloasă înainte de Copernic[1]. Contribuţia lui Galilei la studiul mişcării a depins în mare măsură de dificultăţile descoperite de criticii scolastici în teoria lui Aristotel[2]. Noua teorie newtoniană a luminii şi culorii îşi are originea în descoperirea că nici una dintre teoriile preparadigmatice existente nu poate explica lungimea spectrului, iar teoria ondulatorie care a înlocuit-o pe cea a lui Newton a apărut în contextul unei îngrijorări crescânde provocate de anomaliile pe care le prezentau efectele de difracţie şi polarizare pentru teoria lui Newton[3]. Termodinamica s-a născut din ciocnirea a două teorii fizice ale secolului al nouăsprezecelea, iar mecanica cuantică dintr-o mulţime de dificultăţi legate de radiaţia corpului negru, de căldurile specifice şi efectul fotoelectric[4]. În toate aceste cazuri (cu

---

[1] A. R. Hall, *The Scientific Revolution*, 1500–1800 (Londra, 1954), p. 16.

[2] Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison Wis., 1959), Paris II–III. A. Koyré dezvăluie un număr de elemente medievale în gândirea lui Galilei, în ale sale *Études Galiléennes* (Paris, 1939), mai ales vol. I.

[3] Pentru Newton, vezi T. S. Kuhn, „Newton's Optical Papers", în *Isaac Newton's Papers and Letters in Natural Philosophy*, ed. I. B. Cohen (Cambridge, Mass., 1958), pp. 27–45. În privinţa preludiului la teoria ondulatorie, vezi E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, 1 (2d ed., Londra, 1951), pp. 94–109 şi W. Wheweell, Histm y *of the Inductive Sciences* (rev. ed., Londra, 1847), II, pp. 396–466.

[4] Pentru termodinamică, vezi Silvanus P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), I, pp. 266–281. Pentru teoria

excepţia celui al lui Newton) conştiinţa anomaliei a durat atât de mult şi a pătruns atât de adânc încât domeniile afectate de ea pot fi corect caracterizate ca aflându-se într-o stare de criză tot mai acută. Întrucât provoacă o distrugere de proporţii a paradigmei şi modificări majore în problemele şi tehnicile ştiinţei normale, apariţia noilor teorii este în general precedată de o perioadă de incertitudine profesională accentuată. După cum ne-am putea aştepta, această incertitudine este generată de eşecul constant întâmpinat în rezolvarea problemelor ştiinţei normale. Eşecul regulilor existente este preludiul căutării unora noi.

Să urmărim mai întâi un caz de schimbare de paradigmă deosebit de celebru: apariţia astronomiei copernicane. Când predecesoarea ei, astronomia ptolemaică, fusese elaborată în cursul ultimelor două secole dinaintea erei noastre şi a primelor două de după, ea reuşise admirabil să prezică poziţiile variabile ale stelelor şi planetelor. Nici un sistem astronomic anterior nu reuşise atât de bine în aceste privinţe; pentru stele, astronomia ptolemaică este încă larg folosită şi astăzi ca o aproximare inginerească; pentru planete, predicţiile lui Ptolemeu erau la fel de bune ca şi cele ale lui Copernic. Pentru o teorie ştiinţifică însă, a reuşi admirabil nu înseamnă niciodată a reuşi complet. În privinţa poziţiilor planetelor şi a precesiei echinoxurilor, predicţiile realizate cu sistemul lui Ptolemeu nu au corespuns niciodată celor mai bune observaţii existente. Diminuarea acestor discrepanţe minore a fost, pentru mulţi dintre urmaşii lui Ptolemeu, obiectul unor probleme principale de cercetare astronomică normală, tot aşa cum încercarea similară de a potrivi observaţiile astronomice cu teoria newtoniană a generat probleme de cercetare normală pentru newtonienii secolului al optsprezecelea. Pentru o vreme, astronomii aveau toate motivele să presupună că aceste încercări vor fi la fel de reuşite ca şi cele care duseseră la sistemul lui Ptolemeu. Fiind puşi în faţa unei anumite discrepanţe, astronomii erau întotdeauna în stare să o elimine operând anumite modificări în sistemul ptolemaic al cercurilor compuse. Pe măsura trecerii timpului însă, oricine considera

---

cuantică, vezi Fritz Reiche, *The Quantum Theory*, trad. H. S. Hatfield şi H. L. Brose (Londra, 1922), Cap. I–II.

rezultatul net al eforturilor de cercetare normală ale multor astronomi putea observa că complexitatea astronomiei creştea mult mai repede decât precizia ei şi că o discrepanţă corectată într-un loc avea toate şansele să reapară în alt loc[5].

Deoarece tradiţia astronomică era deseori întreruptă din exterior şi deoarece, în lipsa tiparului, comunicaţiile dintre astronomi erau limitate, aceste dificultăţi au fost cu greu identificate. Astronomii au devenit totuşi conştienţi de ele. Prin secolul al treisprezecelea, Alfons al X-lea putea afirma că dacă Dumnezeu l-ar fi consultat, când a creat universul, ar fi primit câteva sfaturi bune. În secolul al şaisprezecelea, colaboratorul lui Copernic, Domenico da Novara, susţinea că un sistem care devenise într-atât de greoi şi imprecis ca cel ptolemaic nu putea să descrie adevărat natura. Iar Copernic însuşi scria în Prefaţa la *De revolutionibus* că tradiţia astronomică pe care o moştenise a creat în ultimă instanţă doar un monstru. La începutul secolului al şaisprezecelea, tot mai mulţi dintre cei mai buni astronomi europeni recunoşteau că paradigma astronomică eşuase în aplicaţiile la propriile ei probleme tradiţionale. Această recunoaştere a fost condiţia necesară a respingerii de către Copernic a paradigmei ptolemaice şi a încercării sale de a găsi o alta nouă. Celebra sa prefaţă constituie şi astăzi una din descrierile clasice ale unei stări de criză[6].

Declinul activităţii tehnice normale de rezolvare a unor *puzzles* nu este fireşte singurul ingredient al crizei astronomice cu care a fost confruntat Copernic. O abordare mai cuprinzătoare ar trebui să aibă de asemenea în vedere presiunea socială în favoarea reformei calendaristice, o presiune care a dat acuitate problemei precesiei. De asemenea, o relatare mai amplă va trebui să ia în considerare critica medievală a lui Aristotel, apariţia neoplatonismului Renaşterii şi alte elemente istorice semnificative. Dar declinul tehnic rămâne totuşi miezul crizei.

---

[5] J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (ed. a doua; New York, 1953), Cap. XI–XII.

[6] T S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), pp. 135–143.

Într-o ştiinţă matură — şi astronomia devenise o astfel de ştiinţă în Antichitate — factori externi ca aceia citaţi mai sus sunt semnificativi îndeosebi în determinarea perioadei de declin, a uşurinţei cu care este recunoscută şi a ariei în care, datorită atenţiei deosebite ce i se acordă, survine iniţial. Deşi extrem de importante, problemele de acest gen depăşesc graniţele acestui eseu.

Dacă cele amintite aici sunt limpezi în ce priveşte revoluţia copernicană, să ne îndreptăm acum atenţia spre un al doilea exemplu, diferit, şi anume criza care a precedat apariţia teoriei arderii prin oxidare, a lui Lavoisier. Prin anii 1770, numeroşi factori au contribuit împreună la generarea unei crize în chimie, deşi istoricii nu sunt întru totul de acord asupra naturii sau importanţei lor relative. Doi factori sunt însă unanim acceptaţi ca fiind de primă importanţă: apariţia chimiei pneumatice şi problema raporturilor de greutate. Istoria primului factor începe în secolul al şaptesprezecelea, odată cu răspândirea pompelor de aer şi aplicarea lor în experimentele chimice. În cursul secolului următor, folosind această pompă şi alte aparate pneumatice, chimiştii au ajuns să înţeleagă că aerul trebuie să fie un component activ în reacţiile chimice. Dar, cu puţine excepţii (într-atât de echivoce încât par să nu fie deloc excepţii), chimiştii au continuat să creadă că aerul era singurul fel de gaz. Până în 1756, când Joseph Black a arătat că bioxidul de carbon (CO_2) poate fi limpede distins de aerul normal, se credea că două mostre de gaz se disting numai prin impurităţi[7].

După cercetările lui Black, investigarea gazelor a avansat rapid, mai ales prin Cavendish, Priestley şi Scheele care, împreună, au elaborat o serie de tehnici noi, capabile să distingă diferitele tipuri de gaze. Toţi aceşti oameni de ştiinţă, de la Black la Scheele, credeau în teoria flogisticului şi o foloseau adesea în proiectarea şi interpretarea experimentelor. Scheele a fost de fapt primul care a produs oxigen în urma unui şir de experimente minuţioase menite să deflogisticheze căldura. Totuşi, rezultatul net al experimentelor lor a fost o varietate atât de complicată de mostre şi proprietăţi

---

[7] J. R. Partington, *A Short History of Chemistry* (ediţia a doua; Londra, 1951), pp. 48–51, 73–85, 90–120.

ale gazelor încât teoria flogisticului se dovedea tot mai incapabilă să facă faţă experimentelor de laborator. Deşi nici unul dintre aceşti chimişti nu a propus înlocuirea teoriei, ei nu mai erau în stare să o aplice în mod consecutiv. În vremea în care Lavoisier îşi începea experimentele cu gaze, pe la începutul anilor 1770, existau aproape tot atât de multe versiuni ale teoriei flogisticului, câţi chimişti pneumatici[8]. Această proliferare de versiuni ale unei teorii este un simptom foarte firesc de criză. În prefaţa sa, Copernic se plângea şi el de acest fenomen.

Ambiguitatea tot mai pronunţată şi utilitatea tot mai redusă, pentru chimia pneumatică, a teoriei flogisticului nu erau însă singurele surse de criză pentru Lavoisier. El era de asemenea extrem de preocupat să explice sporul de greutate al majorităţii corpurilor atunci când erau arse sau calcinate — ceea ce constituie de asemenea o problemă cu o lungă preistorie. Cel puţin câţiva chimişti islamici cunoscuseră faptul că metalele câştigă greutate când sunt încinse. În secolul al şaptesprezecelea, câţiva cercetători deduseseră din acelaşi fapt că un metal încins încorporează un anumit ingredient din atmosferă. În acel secol însă, o asemenea concluzie părea inutilă majorităţii chimiştilor. Dacă reacţiile chimice pot modifica volumul, culoarea şi compoziţia ingredienţilor, de ce să nu modifice şi greutatea? Greutatea nu a fost întotdeauna considerată drept măsură a cantităţii de materie. În afară de aceasta, sporul de greutate obţinut prin calcinare rămânea un fenomen izolat. Cele mai multe corpuri naturale (de pildă, lemnul) pierdeau greutate prin calcinare, aşa cum avea să confirme mai târziu teoria flogisticului.

În cursul secolului al optsprezecelea însă, aceste soluţii iniţial adecvate ale problemei sporului de greutate aveau să fie tot mai contestate. În parte, pentru că balanţa era tot mai mult folosită ca un instrument chimic devenit tipic şi de asemenea pentru că dezvoltarea chimiei pneumatice făcuse posibilă şi de dorit

---

[8] Deşi se ocupă de o perioadă ceva mai târzie, un numeros material relevant se află în J. R. Partington şi Douglas McKie, „Historical Studies on the Phlogiston Theory“, *Annals of Science*, II (1937), pp. 361–404; III (1938), pp. 1–58; şi IV (1939), pp. 337-371.

reţinerea produselor gazoase ale reacţiilor, chimiştii descopereau tot mai multe cazuri în care calcinarea era însoţită de un spor de greutate. În acelaşi timp, asimilarea treptată a teoriei gravitaţiei a lui Newton i-a determinat pe chimişti să afirme că sporul de greutate trebuie să însemne un spor al cantităţii de materie. Aceste concluzii nu au dus la o respingere a teoriei flogisticului, întrucât această teorie putea fi ajustată în multe feluri. Poate că flogisticul avea o greutate negativă, sau poate că particulele de foc sau altceva intrau în corpul calcinat părăsit de flogistic. Şi mai erau şi alte explicaţii. Dar dacă problema sporului de greutate nu a produs o infirmare,. ea a produs în schimb un număr considerabil de studii speciale afectate acestei probleme. Unul din ele, „Despre flogistic considerat ca o substanţă cu greutate şi [analizat] în termenii schimbărilor de greutate pe care le produce în corpurile cu care se uneşte“, a fost citit în faţa Academiei Franceze, la începutul lui 1772, anul care s-a încheiat cu înmânarea de către Lavoisier a celebrei sale note sigilate secretarului Academiei. Înainte ca acea notă să fie scrisă, o problemă care vreme de mulţi ani rămăsese la periferia conştiinţei chimistului avea să devină un remarcabil „*puzzle*“ nesoluţionat[9]. Pentru a-l rezolva, au fost elaborate felurite versiuni ale teoriei flogisticului. Asemeni problemelor chimiei pneumatice, cele al sporului de greutate făceau tot mai dificilă înţelegerea teoriei flogisticului. Deşi mai era încă acceptată şi demnă de încredere ca instrument de lucru, o paradigmă a chimiei secolului al optsprezecelea îşi pierdea treptat statutul ei unic. Cercetarea pe care o ghida semăna, într-o măsură tot mai mare, celei promovate de şcolile concurente din perioada preparadigmatică, ceea ce poate fi considerat un alt efect tipic de criză.

Să examinăm acum, ca un al treilea şi ultim exemplu, criza în fizică, de la sfârşitul secolului al nouăsprezecelea, care a pregătit calea apariţiei teoriei relativităţii. O sursă a acelei crize poate fi urmărită până spre sfârşitul secolului al şaptesprezecelea, când un număr de filozofi ai naturii, îndeosebi Leibniz, au criticat

---

9 H. Guerlac, *Lavoisier — the Crucial Year* (Ithaca, NY., 1961). Întreaga carte documentează evoluţia şi prima recunoaştere a unei crize. Pentru o expunere clară a situaţiei în privinţa lui Lavoisier, vezi p. 35.

adoptarea de către Newton a unei versiuni modernizate a concepţiei clasice despre spaţiul absolut[10]. Ei au fost foarte aproape să dovedească (deşi nu întru totul) că poziţiile şi mişcările absolute nu aveau nici o funcţie în sistemul lui Newton; ei au reuşit să sugereze atracţia estetică deosebită pe care avea să o manifeste mai târziu o concepţie pe deplin relativistă asupra spaţiului şi mişcării. Dar critica lor era pur logică. Asemeni primilor copernicani care criticau dovezile aristotelice ale stabilităţii Pământului, ei nu îşi închipuiau că trecerea lor la un sistem relativist ar putea avea consecinţe observaţionale. În nici un moment, ei nu s-au gândit să-şi raporteze concepţiile la vreuna din problemele rezultate din aplicarea teoriei newtoniene la natură. Ca urmare, aceste concepţii au murit odată cu autorii lor, în cursul primelor decenii ale secolului al optsprezecelea, spre a fi reînviate numai în ultimele decenii ale secolului următor, când raporturile lor cu practica fizicii se schimbaseră foarte mult.

Problemele tehnice, la care trebuia raportată în ultimă instanţă o filozofie relativistă a spaţiului, au început să pătrundă în ştiinţa normală, cam după 1815, odată cu acceptarea teoriei ondulatorii a luminii — deşi aceste probleme nu au provocat nici o criză până în anii 1890. Dacă lumina este mişcare ondulatorie, propagată într-un eter mecanic guvernat de legile lui Newton, atunci atât observaţia cerească cât şi experimentul terestru devin potenţial capabile să detecteze un vânt prin eter. Dintre observaţiile cereşti numai cele asupra aberaţiei promiteau o precizie suficientă pentru a oferi o informaţie relevantă, astfel încât detectarea vântului de eter prin măsurarea aberaţiei a devenit o problemă recunoscută pentru cercetarea normală. Pentru a o rezolva, s-au construit numeroase instalaţii speciale. Dar echipamentul respectiv nu a detectat nici un vânt de eter observabil, astfel încât experimentatorii şi observatorii au trecut problema teoreticienilor. În deceniile de mijloc ale secolului, Fresnel, Stokes şi alţii au imaginat numeroase articulaţii ale teoriei eterului menite să explice eşecul observării vântului de eter. Fiecare din aceste versiuni presupunea că u corp

[10] Max Jammer, *Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics* (Cambridge, Mass., 1954), pp. 114–124.

în mişcare antrenează cu el o parte a eterului; şi fiecare reuşea destul de bine să explice rezultatele negative ale observaţiei cereşti ca şi ale experimentării terestre, inclusiv faimosul experiment al lui Michelson şi Morley[11]. Nu apăruse încă nici un conflict, cu excepţia celui dintre diferitele versiuni. În absenţa unor tehnici experimentale relevante, conflictul nu a devenit niciodată acut.

Situaţia s-a schimbat din nou numai odată cu acceptarea treptată a teoriei electromagnetice a lui Maxwell, în ultimele două decenii ale secolului al nouăsprezecelea. Maxwell însuşi era un newtonian care credea că lumina şi electromagnetismul, în general, se datorau deplasărilor variabile ale particulelor unui eter mecanic. Primele sale versiuni ale unei teorii a electricităţii şi magnetismului foloseau direct proprietăţile ipotetice pe care el le atribuia acestui mediu. Ele au fost eliminate din versiunea finală, dar Maxwel continua totuşi să creadă că teoria sa electromagnetică este compatibilă cu o anumită articulaţie a concepţiei mecanice newtoniene[12]. Dezvoltarea unei versiuni adecvate a fost o preocupare de seamă pentru el şi urmaşii săi. În practică însă, aşa cum s-a întâmplat de nenumărate ori în dezvoltarea ştiinţei, producerea unei asemenea versiuni s-a dovedit a fi extrem de dificilă. La fel cum ideea astronomică a lui Copernic, în ciuda optimismului autorului ei, a creat o criză tot mai acută pentru teoriile existente asupra mişcării, tot aşa şi teoria lui Maxwell, în ciuda originii ei newtoniene, a produs până la urmă o criză a paradigmei din care apăruse[13]. Apoi, focarul cel mai acut al crizei a fost generat de problemele pe care tocmai le-am discutat, şi anume de cele ale mişcării în raport cu eterul.

Abordarea de către Maxwell a comportamentului electromagnetic al corpurilor în mişcare nu făcea nici o referinţă la eterul

---

[11] Joseph Larmor *Aether and Matter... Including a Discussion of the Influence of the Earth's Motion on Optical Phenomena* (Cambridge, 1900), pp. 6–20, 320–322.

[12] R. T. Glazebrook, *James Clerk Maxwell and Modern Physics* (Londra, 1896), cap. IX. Pentru atitudinea finală a lui Maxwell, vezi propria sa carte *A Treatise on Electricity and Magnetism* (ediţia a treia; Oxford, 1892), p. 470.

[13] Pentru rolul astronomiei în dezvoltarea mecanicii, vezi Kuhn, *op. cit.*, Cap. VII.

antrenat; de altfel, introducerea unui asemenea element în teoria sa se dovedise foarte dificilă. În consecinţă, o întreagă serie de observaţii anterioare menite să detecteze vântul de eter devenise anomalică. Anii de după 1890 au fost, aşadar, martorii unor îndelungate serii de încercări, atât experimentale cât şi teoretice, de a detecta mişcarea în raport cu eterul şi de a încorpora eterul antrenat în teoria lui Maxwell. Cele dintâi au eşuat constant, deşi unii cercetători luau rezultatele lor drept echivoce. Celelalte au dus la câteva începuturi promiţătoare, mai ales cele ale lui Lorentz şi Fitzgerald, dar şi ele au generat alte probleme, ducând până la urmă la acea proliferare de teorii competitive, care, după cum am văzut mai înainte, însoţesc o criză[14]. Pe fondul acestui cadru istoric a apărut, în 1905, teoria relativităţii restrânse a lui Einstein.

Aceste trei exemple sunt aproape în întregime tipice. În fiecare caz, o nouă teorie apare numai în urma unui eşec pronunţat în activitatea normală de rezolvare a problemelor. Apoi, exceptând cazul lui Copernic, unde factori externi ştiinţei au jucat un rol deosebit de mare, acest eşec şi, ca un semn al lui, proliferarea teoriilor survin cam cu un deceniu sau două înainte de apariţia noii teorii. Noua teorie pare un răspuns direct la criză. Să observăm de asemenea, deşi acest aspect poate să nu fie într-atât de tipic, că problemele în raport cu care apar asemenea eşecuri aparţin toate unei categorii recunoscute de multă vreme. Practica anterioară a ştiinţei normale justificase pe deplin considerarea acestor probleme ca fiind rezolvate sau aproape rezolvate — ceea ce explică de ce sentimentul eşecului, când apare, poate fi într-atât de acut. Eşecul în cazul unui nou tip de probleme produce adesea dezamăgire, dar niciodată surpriză. Nici problemele, nici *puzzles* nu cedează adesea de la primul atac. În sfârşit, aceste exemple împărtăşesc şi o altă caracteristică ce ne poate ajuta să reliefăm rolul crizei: rezolvarea fiecăruia din ele fusese, cel puţin parţial, anticipată într-o perioadă când ştiinţa respectivă nu cunoscuse vreo criză: or, în lipsa crizei, acele anticipări fuseseră ignorate.

Singura anticipare completă, care este şi cea mai celebră, a fost anticiparea lui Copernic de către Aristarh, în secolul al treilea î.Cr.

---

[14] Whittaker, *op. cit.*, I, pp. 386–410; şi II (Londra, 1953), pp. 27–40.

Se spune adesea că, dacă ştiinţa greacă ar fi fost mai puţin deductivă şi dogmatică, astronomia heliocentrică şi-ar fi început cariera sa cu optsprezece secole mai devreme[15]. Dar asta înseamnă să ignori întregul context istoric. Când a fost avansată ideea lui Aristarh, sistemul mult mai rezonabil al geocentrismului nu avea nici o fisură pe care un sistem heliocentric să o fi putut acoperi. Întreaga dezvoltare a astronomiei ptolemaice, cu triumfurile şi eşecurile ei, se întinde pe multe secole după Aristarh. În afară de aceasta, nu exista nici un motiv evident de a-l lua pe Aristarh în serios. Nici măcar teoria mai elaborată a lui Copernic nu poate fi considerată mai simplă sau mai precisă decât sistemul lui Ptolemeu. Testele bazate pe observaţie, cum vom vedea mai clar ulterior, nu ofereau nici o bază pentru a alege între ele. În aceste condiţii, unul din factorii care i-a condus pe astronomi spre Copernic (şi care nu i-ar fi putut conduce spre Aristarh) a fost recunoaşterea crizei care determinase în primul rând această inovaţie. Astronomia ptolemaică nu reuşise să-şi rezolve problemele; venise vremea să se dea o şansă unui concurent. Celelalte două exemple nu cuprind în aceeaşi măsură anticipări depline. Este însă neîndoielnic ca unul din motivele pentru care teoriile arderii prin absorbţie din atmosferă, teorii dezvoltate în secolul al şaptesprezecelea de Rey, Hooke şi Mayow, nu au reuşit să-şi câştige un ecou suficient a fost acela că ele nu atingeau nici un punct nevralgic recunoscut al practicii ştiinţifice normale[16]. Iar îndelungata ignorare a criticilor relativişti ai lui Newton de către savanţii secolelor optsprezece şi nouăsprezece trebuie să se fi datorat în mare măsură unei absenţe asemănătoare a confruntării cu problemele nerezolvate ale practicii ştiinţifice.

Filozofii ştiinţei au demonstrat, în repetate rânduri, că o mulţime anumită de date poate fi întotdeauna încorporată în mai multe construcţii teoretice. Istoria ştiinţei arată că, mai ales în stadiile

---

[15] Pentru opera lui Aristarh, vezi T. L. Heaht, *Aristarchus of Samos; The Ancient Copernicus* (Oxford, 1913), Partea a II-a. Pentru o prezentare cuprinzătoare a poziţiei tradiţionale despre ignorarea rezultatelor lui Aristarh, vezi Arthur Koestler, *The Sleepwalkers. A History of Man* s *Changing Vision of the Universe* (Londra, 1959), p. 50.

[16] Partington, *op. cit.*, pp. 78–85.

iniţiale de dezvoltare ale unei noi paradigme, nu este nici măcar prea greu să se inventeze asemenea alternative. Dar oamenii de ştiinţă recurg rar la această inventare de alternative; iar dacă procedează totuşi astfel, o fac în stadiile preparadigmatice ale dezvoltării ştiinţei lor sau numai în ocazii cu totul speciale ale evoluţiei ei ulterioare. Atâta vreme cât instrumentele oferite de paradigmă se dovedesc capabile să rezolve problemele pe care aceasta le defineşte, ştiinţa avansează cel mai repede şi pătrunde cel mai adânc, prin folosirea încrezătoare a acestor instrumente. Raţiunea este clară. Ca şi în manufactură, şi în ştiinţă, refacerea uneltelor este o întreprindere extraordinară, rezervată numai ocaziilor care o cer. Semnificaţia crizelor rezidă tocmai în a indica faptul că momentul refacerii uneltelor a sosit.

VIII

Răspunsul la criză

Să presupunem deci că crizele sunt o condiție necesară a apariției noilor teorii şi să ne întrebăm apoi cum reacționează oamenii de ştiință la existența lor. O parte a răspunsului, pe cât de evidentă pe atât de importantă, poate fi aflată notând pentru început ceea ce *nu* fac oamenii de ştiință când sunt confruntați cu cele mai severe şi îndelungate anomalii. Deşi pot începe să-şi piardă încrederea şi să ia în considerare alternative, ei nu renunță la paradigma care i-a dus la criză. Cu alte cuvinte, ei nu privesc anomaliile drept contraexemple, deşi în vocabularul filozofiei ştiinței ele par astfel. În parte, această generalizare este pur şi simplu derivată din fapte istorice, ca în exemplele de mai înainte şi aşa cum vom arăta, mai pe larg, în cele ce urmează. Acestea sugerează ceea ce examinarea ulterioară a respingerii paradigmei va dezvălui mai în amănunt, şi anume că de îndată ce a dobândit statutul de paradigmă, o teorie ştiințifică este invalidată numai dacă există o alternativă care să-i ia locul. Nici un proces dezvăluit până acum de studiul istoric al dezvoltării ştiințifice nu seamănă câtuşi de puțin cu stereotipul metodologic al falsificării prin comparație directă cu natura. Aceasta nu înseamnă că oamenii de ştiință nu resping teorii ştiințifice sau că experiența şi experimentul nu sunt esențiale pentru acest proces de respingere. Ceea ce trebuie înțeles prin aceasta (dovedindu-se până la urmă un aspect central) este că actul de gândire care îi determină pe oamenii de ştiință să respingă o teorie anterior acceptată se bazează întotdeauna pe mai mult decât o comparare a acelei teorii cu natura. Decizia de a respinge o paradigmă este întotdeauna simultană cu decizia de a accepta o alta; evaluarea care duce la o astfel de decizie implică compararea fiecărei paradigme atât cu natura cât *și* cu cealaltă paradigmă.

Mai există apoi un al doilea motiv de a ne îndoi că oamenii de ştiinţă resping paradigmele pentru că sunt confruntaţi cu anomalii sau contraexemple. Dezvoltându-l, argumentul meu va anticipa o altă teză principală a acestui eseu. Motivele de îndoială, sugerate mai sus, erau pur factuale; cu alte cuvinte, ele însele constituiau contraexemple la o teorie epistemologică predominantă. Ca atare, dacă argumentul meu este corect, ele pot cel mult contribui la crearea unei crize sau, mai precis, la adâncirea uneia existente. Prin ele însele, ele nu pot şi nu vor infirma acea teorie filozofică, deoarece susţinătorii ei vor face ceea ce am văzut deja că fac oamenii de ştiinţă când sunt confruntaţi cu o anomalie. Ei vor inventa numeroase variante şi modificări *ad hoc* ale teoriei lor pentru a elimina orice conflict evident. Multe dintre modificările şi restricţiile relevante există, de fapt, dinainte în literatura de specialitate. Dacă deci aceste contraexemple epistemologice vor fi mai mult decât nişte fapte iritante de importanţă minoră, aceasta se va datora faptului că înlesnesc introducerea unei analize noi şi diferite a ştiinţei, în cadrul căreia ele nu mai apar ca surse de dificultăţi. Apoi, dacă se aplică aici o structură tipică (pe care o vom observa mai târziu în revoluţiile ştiinţifice), anomaliile nu vor mai apărea ca nişte simple fapte. Dinăuntrul unei noi teorii a cunoaşterii ştiinţifice, ele pot părea, dimpotrivă, aproape tautologii, adică enunţuri despre situaţii pe care nu le-am putea concepe altfel.

S-a dovedit adeseori, de pildă, că a doua lege newtoniană a mişcării, deşi a avut nevoie de secole de cercetări factuale şi teoretice pentru a fi stabilită, se comportă, pentru adepţii teoriei lui Newton, aproape ca un enunţ pur logic pe care nici o observaţie nu ar putea să-l infirme[1]. În secţiunea X, vom vedea că legea chimică a proporţiilor fixe care înainte de Dalton fusese doar o descoperire experimentală întâmplătoare, de o generalitate dubioasă, a devenit, după cercetările lui Dalton, un ingredient al unei definiţii a compuşilor chimici pe care nici un experiment nu ar fi putut să o răstoarne. Cam acelaşi lucru se întâmplă şi cu generalizarea că oamenii de ştiinţă nu renunţă la paradigme în faţa anomaliilor sau

---

[1] Vezi mai ales discuţia lui N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), pp. 95–105.

contraexemplelor. Ei nu pot să procedeze astfel şi să rămână în continuare oameni de ştiinţă

Deşi istoria nu va reţine probabil numele lor, unii oameni de ştiinţă au fost, fără îndoială, constrânşi să părăsească ştiinţa datorită neputinţei lor de a tolera o criză. Ca şi artiştii, oamenii de ştiinţă creatori trebuie să fie în stare uneori să trăiască într-o lume dezarticulată. În altă parte, am descris această necesitate ca pe o „tensiune esenţială" implicată în cercetarea ştiinţifică[2]. Dar părăsirea ştiinţei pentru o altă ocupaţie este, cred, singurul tip de renunţare la paradigmă la care pot duce, prin ele însele, contraexemplele. De îndată ce a fost descoperită o primă paradigmă prin care este văzută natura, nu mai poate exista cercetare în lipsa unei paradigme. A renunţa la o paradigmă fără a o înlocui simultan cu alta înseamnă a renunţa la ştiinţa însăşi. Acest act se răsfrânge nu asupra paradigmei, ci asupra omului de ştiinţă. În mod inevitabil, colegii îl vor asemui „dulgherului care aruncă vina pe unelte".

Aceeaşi observaţie poate fi făcută şi în sens invers: nu există cercetare fără contraexemple. Căci ce anume diferenţiază ştiinţa normală de ştiinţa în stare de criză? Fireşte, nu faptul că cea dintâi nu ar fi confruntată cu contraexemple. Dimpotrivă, ceea ce am considerat mai înainte drept constituenţi ai ştiinţei normale, *puzzles*, există numai pentru că nici o paradigmă, care oferă o bază de cercetare ştiinţifică, nu-şi poate rezolva vreodată integral toate problemele. Iar acele paradigme, foarte puţine la număr, care păreau să rezolve tot (de pildă, optica geometrică) au încetat curând să mai producă probleme de cercetare, devenind în schimb instrumente inginereşti. Cu excepţia celor exclusiv instrumentale, orice problemă considerată de ştiinţa normală drept un *puzzles* poate fi privită, dintr-un alt punct de vedere, ca un contraexemplu şi deci ca o sursă de criză. Copernic a văzut contraexemple acolo unde

---

2 T S. Kuhn, „The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research", în *The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent*, ed. Calvin W. Taylor (Salt Lake City, 1959), pp. 162–177. Cu privire la un fenomen comparabil printre artişti, vezi Frank Barron, „The Psychology of Imagination", *Scientific American*, Septembrie, 1958, pp. 151–166, mai ales p. 160.

majoritatea celorlalţi urmaşi ai lui Ptolemeu văzuseră doar *puzzles* în confruntarea dintre observaţie şi teorie. Lavoisier văzuse un contraexemplu în ceea ce Priestley considera a fi un *puzzle* rezolvat cu succes în articularea teoriei flogisticului. La fel, Einstein a văzut contraexemple acolo unde Lorentz, Fitzgerald şi alţii văzuseră numai *puzzles* în articularea teoriilor lui Newton şi Maxwell. Pe de altă parte, chiar existenţa unei crize nu transformă, de la sine, un *puzzle* într-un contraexemplu. Nu există o asemenea linie categorică de demarcaţie. În schimb, prin proliferarea versiunilor paradigmei, criza slăbeşte regulile rezolvării normale a problemelor, permiţând până la urmă apariţia unei noi paradigme. Cred că există numai două alternative: fie că nici o teorie ştiinţifică nu se află vreodată în faţa unui contraexemplu, fie că toate teoriile sunt confruntate permanent cu contraexemple.

Cum ar fi putut sta lucrurile altfel? Această întrebare implică o elucidare istorică şi critică din partea filozofiei; dar abordarea unor astfel de probleme este exclusă aici. Putem însă menţiona două raţiuni pentru care ştiinţa părea să ofere un exemplu atât de convingător al generalizării că adevărul şi falsitatea sunt unic şi precis determinate de confruntarea enunţurilor cu faptele. Ştiinţa normală se străduieşte (şi trebuie să se străduiască) permanent să realizeze o corespondenţă cât mai bună între teorie şi fapte; această activitate poate fi lesne privită ca o testare ori ca o căutare de confirmare sau de infirmare. În realitate, obiectul ei este rezolvarea unui *puzzle*, pentru a cărui simplă existenţă trebuie presupusă validitatea paradigmei. Eşecul în obţinerea unei soluţii discreditează numai omul de ştiinţă, nu şi teoria. Aici, mai mult decât înainte, este valabil proverbul: „Este un prost dulgher cel care aruncă vina pe unelte.“ În plus, modul în care pedagogia ştiinţei încâlceşte înţelegerea unei teorii, cu remarci asupra aplicaţiilor ei exemplare, a contribuit la consolidarea unei teorii a confirmării, dedusă mai ales din alte surse. Stimulat cât de puţin în acest sens, cititorul unui manual ştiinţific poate lua cu uşurinţă aplicaţiile teoriei ca dovezi în favoarea ei, ca temeiuri pentru care trebuie crezută. Dar studenţii în ştiinţe acceptă teoriile datorită autorităţii profesorului şi manualului şi nicidecum pe baza evidenţei. Ce alternativă au ei, sau câtă competenţă pentru a nu le accepta? Aplicaţiile date în

manuale nu se află acolo ca dovezi, ci pentru că învăţarea lor este o parte a învăţării paradigmei care stă la baza practicii curente. Dacă aplicaţiile ar fi prezentate ca dovezi, atunci însăşi neputinţa manualelor de a propune interpretări alternative sau de a discuta probleme pe care savanţii nu au reuşit să le rezolve în termenii paradigmei i-ar acuza pe autorii lor de părtinire dusă la extrem. Nu există însă nici un temei pentru o asemenea acuzaţie.

Pentru a ne întoarce la întrebarea iniţială: cum reacţionează deci savanţii când îşi dau seama de existenţa unei anomalii în corespondenţa dintre teorie şi natură? Cele spuse adineaori arată că chiar o discrepanţă mult mai mare decât cea întâlnită în alte aplicaţii ale teoriei nu solicită neapărat vreo reacţie foarte profundă. Există întotdeauna unele discrepanţe. De obicei, chiar şi cele mai îndărătnice se supun până la urmă ştiinţei normale. Foarte adesea, oamenii de ştiinţă sunt dispuşi să aştepte, mai ales dacă îi solicită numeroase probleme în alte zone ale domeniului lor. Am văzut, de pildă, că în cursul celor şaizeci de ani care s-au scurs după calculele iniţiale ale lui Newton, mişcarea prezisă a perigeului Lunii reprezentase numai jumătate din cea observată. În timp ce cei mai buni fizicieni ai Europei continuau să se lupte, fără succes, cu această discrepanţă notorie, începuseră să se facă auzite propuneri de modificare a legii newtoniene a inversului pătratului. Totuşi, nimeni nu a luat în serios aceste propuneri, iar practica avea să le justifice răbdarea în faţa unei anomalii majore. În 1750, Clairaut a putut dovedi că de vină era numai aplicaţia matematică şi că teoria lui Newton rămânea la fel de validă ca şi înainte[3]. Chiar şi în cazurile în care nici o greşeală nu mai pare posibilă (poate pentru că matematica folosită este mai simplă sau de un tip familiar şi aplicat cu succes în alte ocazii), o anomalie persistentă şi recunoscută nu duce întotdeauna la criză. Nimeni nu a contestat serios teoria lui Newton datorită discrepanţelor, multă vreme admise, între predicţiile teoriei şi viteza sunetului sau mişcarea planetei Mercur. Prima discrepanţă a fost până la urmă, şi cu totul neaşteptat, rezolvată prin experimente asupra căldurii, realizate cu un scop

---

[3] W. Whewell, *History of the Inductive Science* (rev. ed.; Londra, 1847) II, pp. 220–221.

diferit; a doua a dispărut odată cu teoria relativității generalizate, în urma unei crize la a cărei izbucnire nu a contribuit cu nimic[4]. Nici una dintre aceste discrepanțe nu a părut suficient de fundamentală pentru a produce starea de *malaise* care însoțeşte o criză. Ele au putut fi recunoscute drept contraexemple şi totuşi lăsate la o parte, pentru cercetări ulterioare.

Reiese deci că pentru a produce o criză, anomalia trebuie să fie mai mult decât o simplă anomalie. Întotdeuna apar dificultăți, undeva, în ajustarea teoriei la natură; cele mai multe sunt rezolvate mai devreme sau mai târziu, adesea în situații care nu puteau fi prevăzute. Omul de ştiință care zăboveşte asupra fiecărei anomalii observate nu face prea multă treabă. Trebuie deci să ne întrebăm ce anume face ca o anomalie să merite atenția unei investigații minuțioase şi concertate; dar la această întrebare nu există probabil un răspuns absolut general. Cazurile pe care le-am examinat sunt caracteristice dar foarte puțin prescriptive. Uneori, o anomalie va pune la îndoială generalizări explicite şi fundamentale ale paradigmei, aşa cum a făcut-o problema vântului de eter pentru cei care acceptau teoria lui Maxwell. Sau, ca în cazul revoluției copernicane, o anomalie aparent lipsită de importanță fundamentală poate provoca o criză dacă aplicațiile pe care ea le stânjeneşte au o importanță practică deosebită; în acest caz, relativ la alcătuirea calendarului şi la astrologie. Sau, cum s-a întâmplat în chimia secolului al optsprezecelea, dezvoltarea ştiinței normale poate transforma într-o sursă de criză o anomalie care fusese până atunci doar prilej de enervare; problema raporturilor de greutate a căpătat un statut cu totul diferit după elaborarea metodelor chimiei pneumatice.

Mai sunt probabil şi alte circumstanțe în care o anomalie poate deveni extrem de presantă şi, de obicei, se vor combina mai multe asemenea circumstanțe. Am văzut, de pildă, că o cauză a crizei cu care a fost confruntat Copernic a fost pur şi simplu prelungirea

---

4 Pentru viteza sunetului, vezi T. S. Kuhn, „The Caloric Theory of Adiabatic Compression“, *Isis*, XLIV (1958), pp. 136–137. Pentru schimbarea o dată la un secol a periheliului lui Mercur, vezi E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II (Londra, 1953), pp. 151, 179.

perioadei în care astronomii încercau, fără succes, să reducă discrepanţele rămase în sistemul lui Ptolemeu.

Când, din astfel de motive sau altele asemănătoare, o anomalie ajunge să pară mai mult decât o simplă problemă de ştiinţă normală, putem spune că a început tranziţia spre criză şi spre ştiinţa extraordinară. Anomalia însăşi se bucură acum de o recunoaştere mai generală din partea comunităţii ştiinţifice. Din ce în ce mai mulţi savanţi eminenţi ai domeniului respectiv îi acordă o atenţie tot mai mare. Dacă anomalia continuă să reziste, ceea ce de obicei nu se întâmplă, mulţi dintre oamenii de ştiinţă pot ajunge să considere rezolvarea ei ca *obiect* al disciplinei lor. Pentru ei, domeniul nu va mai avea aspectul pe care îl avusese înainte. Schimbarea de aspect se datorează în parte noului centru de interes al investigaţiei ştiinţifice. O sursă şi mai importantă de schimbare este natura divergentă a numeroaselor soluţii parţiale generate de atenţia colectivă acordată problemei. Atacurile iniţiale asupra problemei rezistente la soluţionare vor fi urmat cu stricteţe regulile paradigmei. Dar pe măsură ce rezistenţa opusă de problemă nu cedează, tot mai multe abordări ale ei vor implica unele articulări minore, sau nu tocmai minore, ale paradigmei, diferite între ele, fiecare parţial reuşită, dar nici una suficient de reuşită pentru ca grupul ştiinţific să o accepte ca paradigmă. Prin această proliferare a articulărilor divergente (care, din ce în ce mai des, vor ajunge să fie descrise ca ajustări *ad hoc*), regulile ştiinţei normale se estompează tot mai mult. Deşi mai există o paradigmă, puţini practicieni vor mai fi întru totul de acord cu ea. Sunt puse la îndoială chiar şi soluţiile, până atunci considerate standard, ale problemelor rezolvate.

Când devine acută, această situaţie este uneori recunoscută de oamenii de ştiinţă implicaţi. Copernic se plângea că, în vremea sa, astronomii erau într-atât de „inconsecvenţi în cercetări [astronomice]... încât nu puteau nici măcar să explice sau să observe durata constantă a anului calendaristic". „Cu ei — continua Copernic — se întâmplă ca şi cu un artist care ar trebui să adune pentru desenele sale mâini, picioare, cap şi alte membre din diferite modele, fiecare parte fiind excelent desenată, dar, neintegrându-se unui singur corp şi nepotrivindu-se deloc, rezultatul va fi mai

degrabă un monstru decât un om"[5]. Einstein, constrâns de uzanțele curente la un limbaj mai puțin împodobit, remarca doar că „era ca și cum ți-ar fi fugit pământul de sub picioare, rămânând fără o fundație solidă pe care se putea construi"[6]. Cu câteva luni înainte de apariția articolului lui Heisenberg despre mecanica matriceală care avea să deschidă calea unei noi teorii cuantice, Wolfgang Pauli scria unui prieten: „În prezent, fizica este din nou într-o stare de teribilă confuzie. În orice caz, este o situație prea dificilă pentru mine și doresc să fi fost un artist de cinema sau ceva asemănător și să nu fi auzit niciodată de fizică." Această mărturisire este deosebit de impresionantă dacă o comparăm cu ceea ce avea să spună Pauli cinci luni mai târziu: „Tipul de mecanică al lui Heisenberg mi-a redat speranța și bucuria de a trăi. Firește că ea nu soluționează misterul, dar cred că este din nou posibil să mergem înainte"[7].

Asemenea recunoașteri explicite ale dezastrului sunt extrem de rare, dar efectele crizei nu depind întru totul de recunoașterea ei conștientă. Ce putem spune despre natura acestor efecte? Numai două dintre ele par să fie universale. Toate crizele încep cu estomparea unei paradigme și deci slăbirea regulilor cercetării normale. În această privință, cercetarea din timpul crizei seamănă foarte mult cu cercetarea din perioada preparadigmatică, cu excepția faptului că, în primul caz, focarul divergențelor este mai restrâns și mai precis definit. Și toate crizele se încheie într-unul din următoarele trei moduri. Uneori, știința normală se dovedește până la urmă în stare să rezolve problema care a provocat criza, în ciuda disperării celor care văzuseră în ea sfârșitul paradigmei existente. În alte ocazii, problema rezistă chiar și unor abordări aparent cu totul noi. Atunci, oamenii de știință pot conchide că, în starea actuală a

[5] Citat în T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), p. 138.

[6] Albert Einstein, „Autobiographical Note", în *Albert Einstein: Philosopher–Scientist*, ed. P. A. Schilpp (Evanston, III, 1949), p. 45.

[7] Ralph Kronig, „The Turning Point", în *Theoretical Physics in the Twentieth Century: A Memorial Volume to Wolfgang Pauli*, ed. M. Fierz și V. F. Weisskopf (New York, 1960), pp. 22, 25–26. O mare parte a acestui articol descrie criza în mecanica cuantică din anii dinainte de 1925.

domeniului lor, nu se poate ajunge la nici o soluţie. Problema este înregistrată şi lăsată pe seama unei generaţii viitoare, înzestrată cu instrumente mai bune. Sau, în sfârşit, cazul care ne va interesa cel mai mult aici, o criză se poate încheia prin apariţia unui nou candidat la statutul de paradigmă şi prin lupta care urmează pentru acceptarea sa. Acest ultim mod va fi considerat pe larg în secţiunile următoare; vom anticipa însă puţin cele ce vor fi spuse acolo pentru a completa remarcile privitoare la evoluţia şi anatomia stării de criză.

Tranziţia de la o paradigmă aflată în criză la o nouă paradigmă, care va genera o nouă tradiţie de ştiinţă normală, este departe de a fi un proces cumulativ, realizat prin articularea sau extinderea vechii paradigme. Este vorba, mai degrabă, de o reconstrucţie a domeniului pe noi baze, o reconstrucţie care modifică unele din generalizările teoretice cele mai fundamentale ale domeniului, ca şi multe din metodele şi aplicaţiile lor paradigmatice. În cursul perioadei de tranziţie, va exista o suprapunere mare, dar niciodată completă, între problemele care pot fi rezolvate de vechea şi, respectiv, de noua paradigmă. Dar va exista de asemenea o diferenţă decisivă în modurile de rezolvare. La sfârşitul perioadei de tranziţie, specialiştii îşi vor fi schimbat concepţia asupra domeniului, metodele şi scopurile lor. Un istoric perspicace, referindu-se la un caz clasic de reorientare a unei ştiinţe prin schimbarea paradigmei, îl descria recent ca „apucare a băţului de celălalt capăt“, ca pe un proces care implică „operarea cu acelaşi mănunchi de date ca şi mai înainte, dar situarea lor într-un nou sistem de relaţii, dându-le un cadru diferit“[8]. Alţii, remarcând acest aspect al evoluţiei ştiinţifice, au subliniat asemănarea lui cu o schimbare în *gestalt*-ul vizual: semnele de pe hârtie, văzute mai înainte ca pasăre, sunt acum văzute ca antilopă, sau viceversa[9]. Paralela poate induce în eroare. Oamenii de ştiinţă nu văd ceva *ca* altceva; dimpotrivă, ei văd pur şi simplu ceva. Am examinat deja unele din problemele care apar atunci când afirmăm că

---

[8] Herbert Butterfield, *The Origins of Modern Science, 1300–1800* (Londra, 1949), pp. 1–7.

9 Hanson, op. *cit.*, cap. L

Priestley a văzut oxigenul ca aer deflogisticat. În plus, omul de ştiinţă nu dispune de libertatea subiectului din experimentul gestaltist de a trece de la un mod de a vedea la altul. Totuşi, modificarea *gestalt*-ului, fiind atât de familiară astăzi, rămâne un prototip elementar util a ceea ce se petrece, pe scară largă, într-o schimbare de paradigmă.

Cele anticipate mai sus ne pot ajuta să înţelegem criza ca preludiul apariţiei unor noi teorii, mai ales întrucât am examinat deja versiunea restrânsă a aceluiaşi proces cu ocazia discutării apariţiei descoperirilor. Tocmai pentru că apariţia unei noi teorii rupe cu o tradiţie de practică ştiinţifică şi introduce o alta nouă, realizată după reguli diferite şi într-un univers de discurs diferit, ea are şanse să se producă numai atunci când oamenii de ştiinţă simt că cea dintâi tradiţie a luat-o pe un drum într-adevăr greşit. Dar această remarcă nu este mai mult decât o prefaţă la investigarea stării de criză şi, din nefericire, întrebările pe care ea le ridică solicită mai mult competenţa psihologului decât a istoricului. Cum arată cercetarea extraordinară? Cum devine anomalia lege? Cum procedează oamenii de ştiinţă atunci când devin conştienţi doar de faptul că există o defecţiune fundamentală la un nivel la care pregătirea lor nu îi poate ajuta? Aceste întrebări solicită mult mai multă investigaţie, care nu ar trebui să fie numai istorică. Cele ce urmează vor fi inevitabil mai ipotetice şi mai incomplete decât cele spuse până acum.

Adeseori, o nouă paradigmă îşi face apariţia, cel puţin în embrion, înainte ca criza să se fi adâncit prea mult sau să fi fost explicit recunoscută. Opera lui Lavoisier ne oferă un exemplu în această privinţă. Nota sa sigilată a fost depusă la Academia Franceză la mai puţin de un an după primul studiu amănunţit al raporturilor de greutate în teoria flogisticului şi înainte ca lucrările publicate de Priestley să fi dezvăluit adevărata măsură a crizei din chimia pneumatică. La fel, primele lucrări de teorie ondulatorie a luminii, ale lui Thomas Young, au apărut chiar la începutul unei crize în optică, o criză care ar fi trecut aproape neobservată dacă, fără nici o contribuţie din partea lui Young, nu ar fi luat proporţiile unui scandal ştiinţific internaţional, cam la un deceniu după apariţia

acestor prime lucrări. S-ar putea spune că, în asemenea cazuri, numai o mică breşă în paradigmă şi un început de estompare a regulilor sale de ghidare a ştiinţei normale au fost suficiente pentru a induce în câteva un nou mod de a privi domeniul. Ceea ce a intervenit între prima senzaţie că ceva nu este în ordine şi recunoaşterea unei alternative disponibile trebuie să fi fost, în mare măsură, inconştient.

În alte cazuri însă — de pildă, cele ale lui Copernic, Einstein şi al teoriei nucleare contemporane — s-a scurs o perioadă considerabilă de timp între prima conştientizare a breşei şi apariţia unei noi paradigme. În astfel de cazuri, istoricul poate surprinde măcar câteva crâmpeie din ştiinţa extraordinară. În faţa unei anomalii admise ca fundamentală în teorie, primul efort al omului de ştiinţă va fi, adesea, cel de a delimita mai precis şi de a-i da o structură. Deşi conştient acum că nu mai pot fi întru totul adecvate, el va forţa mai mult ca oricând regulile ştiinţei normale spre a stabili unde anume şi cât de departe pot opera ele în zona anomaliei. Simultan, el va căuta posibilităţi de a lărgi breşa, de a o face mai izbitoare şi poate mai sugestivă decât fusese evidenţiată în experimentele al căror rezultat era considerat cunoscut dinainte. Iar din acest din urmă efort, mai mult decât în oricare altă parte a dezvoltării postparadigmatice a ştiinţei, el se va apropia cel mai mult de imaginea noastră dominantă despre omul de ştiinţă. În primul rând, el va părea, adeseori, un om care cercetează la întâmplare, care experimentează doar pentru a vedea ce se întâmplă şi care caută un efect a cărui natură îi este cu totul necunoscută. În acelaşi timp, pentru că nici un experiment nu poate fi conceput fără vreo teorie, omul de ştiinţă aflat în criză va încerca permanent să construiască teorii speculative care, dacă reuşesc, pot indica drumul spre o nouă paradigmă, iar dacă nu reuşesc, pot fi abandonate cu destulă uşurinţă.

Relatarea lui Kepler despre lupta sa îndelungată cu mişcarea planetei Marte şi descrierea pe care o face Priestley despre răspunsul său la proliferarea noilor gaze oferă exemple clasice de cercetări făcute mai mult la întâmplare, generate de conştiinţa

anomaliei[10]. Dar, probabil, cele mai bune exemple le găsim în cercetarea contemporană din teoria câmpului şi a particulelor elementare. În lipsa unei crize care să fi impus necesitatea de a se vedea cât de departe se poate merge cu regulile ştiinţei normale, ar mai fi părut justificat imensul efort făcut pentru detectarea neutrinului? Sau, dacă regulile nu ar fi eşuat evident într-un punct necunoscut, ar mai fi fost vreodată sugerată sau atestată ipoteza emisă a neconservării parităţii? Asemeni multor altor cercetări din fizica ultimului deceniu, aceste experimente au fost, în parte, încercări de a localiza şi defini sursa unor anomalii încă neclare.

Acest fel de cercetare extraordinară este adeseori, deşi nicidecum întotdeauna, însoţit de un altul. Cred că, mai ales în perioadele de criză recunoscută, oamenii de ştiinţă au folosit analiza filozofică drept procedeu de a lămuri enigmele domeniului lor. În general, oamenii de ştiinţă nu au avut nevoie şi nu au dorit să fie filozofi. Într-adevăr, ştiinţa normală ţine de obicei la distanţă filozofia creativă şi, probabil, din motive justificate. În măsura în care cercetarea normală poate fi întreprinsă folosind paradigma ca model, regulile şi presupoziţiile nu au nevoie să fie explicitate. În secţiunea V, notam că ansamblul explicit de reguli, pe care-l caută analiza filozofică, poate să nici nu existe. Dar căutarea presupoziţiilor (chiar şi a celor neexistente) poate fi un mod eficace de a slăbi puterea pe care tradiţia o exercită asupra minţii omului de ştiinţă şi de a propune bazele unei noi tradiţii. Nu este deloc întâmplător faptul că apariţia fizicii newtoniene, în secolul al şaptesprezecelea, a relativităţii şi mecanicii cuantice, în secolul al douăzecilea, au fost atât precedate cât şi însoţite de analize filozofice fundamentale ale tradiţiei de cercetare contemporană[11].

---

[10] Pentru o prezentare a cercetărilor lui Kepler asupra lui Marte, vezi J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (ediţia a doua, New York, 1953), pp. 380–393. Inexactităţile de circumstanţă nu împiedică lucrarea lui Dreyer să ofere materialul necesar aici. Pentru Priestley, vezi propriile sale lucrări, mai ales *Experiments and Observations on Different Kinds of Air* (Londra, 1774–1775).

[11] Pentru contraargumentul filozofic care a însoţit mecanica secolului al şaptesprezecelea, vezi René Dugas, *La Mécanique au XVII^e siècle* (Neuchâtel,

La fel cum nu este o întâmplare că, în ambele aceste perioade, aşa-numitul experiment mintal a jucat un rol atât de decisiv în progresul cercetării. Aşa cum am arătat în altă parte, experimentele mintale analitice, care au avut o atât de mare importanţă în scrierile lui Galileu, Einstein, Bohr şi ale altora, sunt perfect calculate să supună vechea paradigmă cunoaşterii existente astfel încât rădăcinile crizei să fie identificate cu o claritate care nu poate fi atinsă în laborator[12].

Odată cu aplicarea separată sau comună a acestor proceduri extraordinare, se mai poate întâmpla un lucru. Concentrând atenţia ştiinţifică asupra unei zone restrânse de dificultate şi pregătind conştiinţa ştiinţifică să recunoască anomaliile experimentale aşa cum sunt, criza produce adesea noi descoperiri. Am văzut cum conştiinţa crizei distinge cercetările lui Lavoisier asupra oxigenului de cele ale lui Priestley; iar oxigenul nu a fost singurul gaz nou pe care chimiştii, conştienţi de anomalie, au putut să-l descopere în cercetările lui Priestley. La fel, noi descoperiri în optică s-au acumulat rapid tocmai înaintea şi în cursul apariţiei teoriei ondulatorii a luminii. Unele din ele, precum polarizarea prin reflexie, au fost rezultatul unor accidente cărora cercetarea concentrată în zona dificultăţilor le-a sporit probabilitatea. (Malus, care a făcut descoperirea, tocmai începuse să lucreze pentru premiul Academiei privind dubla refracţie, o temă despre care se ştia că se află într-o stare nesatisfăcătoare.) Altele, cum ar fi pata de lumină din centrul umbrei unui disc circular, erau predicţii din noua ipoteză, al căror succes a contribuit la transformarea ei într-o paradigmă pentru cercetări ulterioare. Iar altele, precum culorile franjelor de interferenţă în lumină naturală, erau efecte care fuseseră des observate şi ocazional remarcate înainte, dar care, asemeni oxigenului lui Priestley, fuseseră asimilate unor efecte bine cunoscute

---

1954), mai ales Cap. XI. Pentru un episod similar din secolul al nouăsprezecelea, vezi lucrarea anterioară a aceluiaşi autor, *Histoire de la mécanique* (Neuchâtel, 1950), pp. 419–443.

[12] T. S. Kuhn, „A Function for Thought Experiments" în *Mélanges Alexandre Koyré*, ed. R. Taton şi I. B. Cohen, Hermann (Paris), 1963.

de o manieră care împiedica desluşirea adevăratei lor naturi[13]. O explicaţie similară poate fi dată multiplelor descoperiri care, din 1895, au însoţit permanent formarea mecanicii cuantice.

Cercetarea extraordinară trebuie să aibă şi alte manifestări şi efecte, dar în acest domeniu de-abia am început să descoperim întrebările care trebuie puse. Dar poate că aici nu este nevoie să mai adăugăm ceva. Remarcile anterioare pot indica, în măsură suficientă, cum criza slăbeşte stereotipurile şi simultan furnizează date suplimentare necesare unei schimbări fundamentale de paradigmă. Uneori, contururile noii paradigme sunt prefigurate în structura pe care cercetarea extraordinară a dat-o anomaliei. Einstein scria că, înainte să fi avut vreun înlocuitor pentru mecanica clasică, putea vedea interrelaţia dintre anomaliile cunoscute ale radiaţiei corpului negru, efectul fotoelectric şi căldurile specifice[14]. De obicei, nici o asemenea structură nu este conştient văzută dinainte. Dimpotrivă, noua paradigmă — sau o sugestie suficientă pentru a permite articulări ulterioare — apare dintr-odată, uneori în mijlocul nopţii, în mintea unui om adânc scufundat în criză. Care este natura acestui stadiu final, cum inventează individul (sau află că a inventat) un nou mod de a ordona datele, reunite toate acum — acestea sunt întrebări al căror răspuns rămâne aici necunoscut şi poate pentru totdeauna. Să notăm însă un singur lucru în această privinţă. Aproape totdeauna, oamenii care au realizat aceste invenţii fundamentale, ale unei noi paradigme, au fost fie foarte tineri, fie foarte novici în domeniul a cărui paradigmă o schimbă[15]. Şi poate că această idee nu trebuie explicitată, căci

---

[13] Pentru noile descoperiri optice, în general, vezi V Ronchi, *Histoire de la lumière* (Paris, 1956), Cap. VII. Pentru o explicaţie anterioară a unuia din aceste efecte, vezi J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours* (Londra, 1772), pp. 498–520.

[14] Einstein, *op. cit.*

[15] Ideea despre rolul tinereţii în cercetarea ştiinţifică fundamentală este într-atât de comună încât a devenit un clişeu. De altfel, o privire aruncată asupra aproape oricărei liste de contribuţii fundamentale la teoria ştiinţifică va oferi o confirmare impresionantă. Totuşi, această generalizare are mereu nevoie de o investigare sistematică. Harvey C. Lehman (*Age and Achievement* [Princeton, 1953]) furnizează multe date utile; dar studiile sale nu fac nici

evident e vorba despre oameni care, fiind puţin angajaţi prin practica anterioară faţă de regulile tradiţionale ale ştiinţei normale, au deosebit de multe şanse să observe că aceste reguli nu mai definesc un joc care poate fi jucat şi să conceapă alte reguli în schimb.

Tranziţia spre o nouă paradigmă este o revoluţie ştiinţifică — un subiect pe care suntem în sfârşit pregătiţi să-l abordăm în mod direct. Să notăm însă, mai înainte, un ultim şi aparent insesizabil aspect privind modul în care conţinutul ultimelor trei secţiuni a pregătit calea pentru cele ce urmează. Până la secţiunea a VI-a, în care a fost introdus, pentru prima oară, conceptul de anomalie, termenii „revoluţie“ şi „ştiinţă extraordinară“ ar fi putut părea echivalenţi. Mai important este faptul că nici unul din termeni nu părea să însemne mai mult decât „ştiinţa a-normală“ — o circularitate care va fi neliniştit cel puţin câţiva cititori, fără să fi fost de fapt nevoie. Suntem pe cale să descoperim că o circularitate asemănătoare este caracteristică teoriilor ştiinţifice. Supărătoare sau nu, această circularitate nu mai este nespecifică. Această secţiune şi cele două care au precedat-o au scos la iveală numeroase caracteristici ale eşecului din activitatea ştiinţifică normală, caracteristici care nu depind câtuşi de puţin de faptul că eşecul este urmat sau nu de revoluţie. Confruntaţi cu anomalii sau crize, oamenii de ştiinţă iau o atitudine diferită faţă de paradigmele existente, iar natura cercetării lor se modifică corespunzător. Proliferarea versiunilor competitive, dorinţa de a încerca orice, exprimarea deschisă a nemulţumirii, recursul la filozofie şi punerea în discuţie a fundamentelor — toate acestea sunt simptome ale tranziţiei de la cercetarea normală la cea extraordinară. Noţiunea de ştiinţă normală depinde mai mult de existenţa lor decât de cea a revoluţiilor.

---

o încercare de a selecta contribuţii care implică reconceptualizări fundamentale, după cum nu investighează condiţiile speciale (dacă există) care pot însoţi o productivitate relativ târzie în ştiinţe.

IX

Natura și necesitatea revoluțiilor științifice

Aceste remarci ne permit, în sfârşit, să discutăm problemele care au dus la titlul acestui eseu. Ce sunt revoluțiile ştiințifice şi care este funcția lor în dezvoltarea ştiinței? O mare parte din răspunsul la aceste întrebări a fost anticipată în secțiunile anterioare. În particular, am arătat că revoluțiile ştiințifice sunt considerate aici drept acele episoade de dezvoltare necumulativă în care o paradigmă mai veche este înlocuită, integral sau parțial, de o nouă paradigmă, incompatibilă cu ea. Dar sunt mai multe de spus în această privință; de aceea, vom merge mai departe, încercând să răspundem la o altă întrebare. De ce numim o schimbare de paradigmă revoluție? În fața diferențelor mari şi esențiale dintre dezvoltarea politică şi cea ştiințifică, ce paralelism poate justifica metafora care descoperă revoluții în ambele cazuri?

Un aspect al paralelismului trebuie să se fi impus deja. Revoluțiile politice sunt inaugurate de conştiința tot mai acută, adesea restrânsă la un segment al comunității politice, că instituțiile existente au încetat să mai facă față adecvat problemelor puse de un mediu pe care ele l-au creat în parte. Aproape asemănător, revoluțiile ştiințifice sunt inaugurate de conştiința tot mai acută, adesea restrânsă la o subdiviziune îngustă a comunității ştiințifice, că paradigma existentă a încetat să mai funcționeze adecvat în explorarea unui aspect al naturii pe care însăşi paradigma îl dezvăluise anterior. În dezvoltarea politică, la fel ca în cea ştiințifică, conştiința proastei funcționări, care poate duce la criză, este o condiție necesară a revoluției. Apoi, forțând evident metafora, acest paralelism este valabil nu numai în cazul schimbărilor majore de paradigmă, ca acelea atribuite lui Copernic şi Lavoisier, dar şi în

cazul unora mult mai mici, însoţite de asimilarea unui nou tip de fenomen, cum ar fi oxigenul sau razele X. Aşa cum notam la sfârşitul secţiunii a V-a, revoluţiile ştiinţifice par revoluţionare numai celor ale căror paradigme sunt afectate de ele. Celor din afară le pot părea, asemeni revoluţiilor din Balcani de la începutul acestui secol, părţi normale ale unui proces de dezvoltare. Astronomii, de pildă, pot accepta razele X ca o simplă creştere a cunoaşterii, deoarece paradigmele lor nu au fost afectate de descoperirea acestora. Dar pentru oameni precum Kelvin, Crookes şi Roentgen, ale căror cercetări operau cu teoria radiaţiei sau cu tuburi cu raze catodice, apariţia razelor X a ruinat inevitabil o paradigmă, creând o alta. Iată de ce aceste raze puteau fi descoperite numai printr-o defecţiune în cercetarea normală.

Acest aspect genetic al paralelei dintre dezvoltarea politică şi ştiinţifică nu ar mai trebui pus la îndoială. Paralela are însă un al doilea aspect, mai profund, de care depinde semnificaţia celui dintâi. Revoluţiile politice vizează să schimbe instituţii politice pe căi interzise de înseşi aceste instituţii. Reuşita lor implică deci renunţarea parţială la o mulţime de instituţii în favoarea unei alteia, în acest răstimp societatea nefiind pe deplin guvernată de vreo instituţie. Iniţial, criza singură este cea care diminuează rolul instituţiilor politice, aşa cum am văzut deja că diminuează rolul paradigmelor. Tot mai multe persoane devin tot mai înstrăinate de viaţa politică şi se comportă din ce în ce mai anormal în cadrul ei. Apoi, pe măsură ce criza se adânceşte, multe dintre aceste persoane adoptă una din propunerile concrete pentru reconstrucţia societăţii într-un nou cadru instituţional. În acel moment, societatea este divizată în tabere sau partide adverse, una căutând să apere vechea structură instituţională, celelalte încercând să instituie o alta nouă. Şi, odată realizată această polarizare, *recursul la mijloace politice nu mai este suficient*. Întrucât diferă în privinţa matricei instituţionale în care trebuie realizată şi evaluată schimbarea politică, întrucât nu mai recunosc nici un cadru suprainstituţional pentru rezolvarea diferendului revoluţionar, părţile angajate într-un conflict revoluţionar trebuie până la urmă să recurgă la metodele convingerii de masă, incluzând adesea forţa. Deşi revoluţiile au avut un rol vital în evoluţia instituţiilor politice, acest rol depinde

de faptul că sunt, parţial, evenimente extrapolitice sau extra-instituţionale.

Restul acestui eseu vrea să dovedească faptul că studiul istoric al schimbării paradigmelor dezvăluie caracteristici foarte asemănătoare în evoluţia ştiinţelor. Asemenea alegerii între instituţii politice rivale, cea între paradigme rivale se dovedeşte a fi o alegere între moduri incompatibile de viaţă comunitară. Întrucât are acest caracter, alegerea nu este şi nu poate fi determinată numai de procedurile evaluative, caracteristice ştiinţei normale, pentru că acestea depind, în parte, de o anumită paradigmă şi tocmai acea paradigmă este pusă în discuţie. Când paradigmele intră (aşa cum trebuie să se întâmple) într-o controversă asupra alegerii paradigmei, rolul lor este inevitabil circular. Fiecare grup foloseşte propria sa paradigmă pentru a argumenta în favoarea ei.

Circularitatea care rezultă astfel nu produce, fireşte, argumente greşite sau inoperante. Cel care ia o paradigmă drept premisă când argumentează în favoarea ei poate totuşi oferi o prezentare clară a ceea ce va fi practica ştiinţifică pentru cei care adoptă noua concepţie despre natură. Această prezentare poate fi extrem de convingătoare. Totuşi, oricare ar fi forţa lui, statutul argumentului circular este numai cel al convingerii. El nu poate fi transformat într-un argument logic sau chiar probabilistic convingător pentru cei care refuză să intre în joc. Premisele şi valorile, împărtăşite de cele două tabere angajate într-o controversă asupra paradigmelor, nu sunt suficient de cuprinzătoare pentru aceasta. Ca şi în revoluţiile politice, şi în alegerea paradigmelor, nu există un criteriu mai puternic decât asentimentul comunităţii relevante. Pentru a descoperi cum au loc revoluţiile ştiinţifice, va trebui deci să examinăm nu numai impactul naturii şi logicii, dar şi tehnicile de argumentare persuasivă care operează în grupurile cu totul speciale care constituie comunitatea oamenilor de ştiinţă.

Pentru a descoperi de ce această problemă a alegerii între paradigme nu poate fi tranşant rezolvată numai prin logică şi experiment, trebuie să examinăm pe scurt natura diferenţelor care îi separă pe adepţii unei paradigme tradiţionale de urmaşii lor revoluţionari. Această examinare formează obiectul principal al acestei secţiuni şi al următoarei. Am înregistrat numeroase exemple

de asemenea diferenţe şi nimeni nu se va mai îndoi că istoria ne mai poate oferi şi multe altele. Ceea ce poate fi mai îndoielnic decât existenţa lor, şi deci trebuie examinat în primul rând, este faptul că asemenea exemple oferă informaţii esenţiale despre natura ştiinţei. Admiţând că respingerea paradigmelor a fost u fapt istoric, dovedeşte aceasta mai mult decât existenţa credulităţii şi confuziei omeneşti? Există temeiuri intrinseci pentru care asimilarea unui nou tip de fenomene sau a unei noi teorii ştiinţifice trebuie să implice respingerea unei paradigme mai vechi?

Să observăm, în primul rând, că dacă există asemenea temeiuri, ele nu derivă din structura logică a cunoaşterii ştiinţifice. În principiu, apariţia unui nou fenomen poate să nu se repercuteze distructiv asupra vreunei părţi a vechii practici ştiinţifice. În timp ce descoperirea vieţii pe Lună ar distruge paradigmele existente (întrucât acestea ne dau informaţii despre Lună care sunt incompatibile cu existenţa vieţii acolo), descoperirea vieţii într-o parte mai puţin cunoscută a galaxiei nu ar avea acelaşi efect. În acelaşi sens, o nouă teorie nu trebuie neapărat să intre în conflict cu vreuna din predecesoarele sale. Ea ar putea trata, exclusiv, fenomene anterior necunoscute, aşa cum teoria cuantică tratează (dar, în mod semnificativ, nu exclusiv) fenomene subatomice necunoscute înaintea secolului al douăzecilea. De asemenea, noua teorie poate fi pur şi simplu o teorie de un nivel mai înalt decât cele cunoscute anterior — o teorie care corelează un întreg grup de teorii de nivel mai scăzut, fără a schimba substanţial vreuna din ele. Astăzi, teoria conservării energiei oferă tocmai asemenea corelaţii între dinamică, chimie, electricitate, optică, teoria căldurii etc. Pot fi concepute şi alte relaţii compatibile între teorii vechi şi noi. Oricare din ele ar putea fi exemplificată de procesul istoric al dezvoltării ştiinţei. Dacă lucrurile ar sta astfel, dezvoltarea ştiinţifică ar fi realmente cumulativă. Noile tipuri de fenomene ar dezvălui într-un segment al naturii o ordine care nu fusese remarcată înainte. În evoluţia ştiinţei, noile cunoştinţe ar înlocui mai degrabă ignoranţa decât cunoştinţe de alt tip, incompatibil.

Fireşte că ştiinţa (sau vreo altă întreprindere, mai puţin eficientă) s-ar fi putut dezvolta în acest mod în întregime cumulativ. Mulţi oameni au crezut acest lucru, iar cei mai mulţi par încă să presupună

că acumularea este cel puţin idealul pe care l-ar fi evidenţiat dezvoltarea istorică, dacă nu ar fi fost atât de des deformată de idiosincrazia umană. Există importante temeiuri în sprijinul acestei opinii. Vom vedea în secţiunea a X-a cât de intimă este întrepătrunderea dintre concepţia despre ştiinţă-ca-acumulare şi o epistemologie dominantă care consideră cunoaşterea o construcţie pe care intelectul o ridică direct pe datele brute ale simţurilor. Iar în secţiunea a XI-a, vom examina confirmarea puternică pe care o dau metodele de educaţie ştiinţifică efectivă aceleiaşi scheme istoriografice. Totuşi, în ciuda imensei plauzibilităţi a acestei imagini ideale, avem tot mai multe motive să ne întrebăm dacă ea poate fi o imagine a *ştiinţei*. După perioada preparadigmatică, asimilarea tuturor noilor teorii şi a aproape tuturor noilor tipuri de fenomene impune de fapt distrugerea unei paradigme anterioare şi deci conflictul dintre şcoli rivale de gândire ştiinţifică. Acumularea de noutăţi neanticipate se dovedeşte a fi o excepţie aproape inexistentă la regula dezvoltării ştiinţifice. Cel care consideră cu seriozitate faptul istoric trebuie să bănuiască faptul că ştiinţa nu tinde spre idealul sugerat de imaginea dezvoltării ei cumulative şi că, poate, ea reprezintă un alt tip de întreprindere umană.

Dacă însă fapte incontestabile ne pot conduce la această concluzie, atunci o reexaminare a drumului pe care l-am parcurs ar putea arăta că acumularea noutăţilor ştiinţifice nu este numai rară, dar şi improbabilă, în principiu. Cercetarea normală, care *este* cumulativă, îşi datorează succesul capacităţii oamenilor de ştiinţă de a alege regulat probleme care pot fi rezolvate cu tehnici conceptuale şi instrumentale asemănătoare celor deja existente. (Iată de ce o preocupare excesivă pentru probleme utile, indiferent de raportul lor faţă de cunoaşterea şi tehnica existentă, poate atât de uşor inhiba dezvoltarea ştiinţifică.) Cel care se străduieşte să rezolve o problemă, definită de cunoaşterea şi tehnica existentă, nu caută pur şi simplu la întâmplare. El ştie ce vrea să obţină, astfel încât îşi proiectează instrumentele şi îşi orientează ideile în mod corespunzător. Noutatea neanticipată, noua descoperire, poate surveni numai în măsura în care anticipările sale în privinţa naturii şi instrumentele sale se dovedesc greşite. Adeseori, importanţa descoperirii rezultate va fi, ea însăşi, proporţională cu întinderea

şi rezistenţa anomaliei care a prefigurat-o. Este evident deci că trebuie să existe un conflict între paradigma care scoate la iveală anomalia şi cea care, mai târziu, o ridică la rangul de lege. Exemplele de descoperiri prin distrugerea paradigmei (examinate în secţiunea a VI-a) nu ne-au pus în faţa unor simple accidente istorice. Nu există nici o altă modalitate efectivă în care ar putea fi generate descoperiri.

Acelaşi argument se aplică, şi mai clar, inventării noilor teorii. Există, în principiu, numai trei tipuri de fenomene în raport cu care ar putea fi elaborată o nouă teorie. Primul constă din fenomene deja explicate satisfăcător de paradigmele existente şi care oferă rareori motive sau puncte de plecare pentru construcţia unei teorii; când o fac, aşa cum s-a întâmplat cu cele trei anticipări celebre, discutate în încheierea secţiunii a VII-a, teoriile care rezultă sunt rareori acceptate, întrucât natura nu oferă vreo bază de discriminare. O a doua clasă de fenomene constă din cele a căror natură este indicată de paradigmele existente, dar ale căror detalii pot fi înţelese numai prin articulare teoretică ulterioară. Acestea sunt fenomene supuse cercetării, o mare parte din vreme, dar cercetarea vizează aici mai degrabă articularea paradigmelor existente decât inventarea unora noi. Numai când asemenea încercări de articulare eşuează, oamenii de ştiinţă întâlnesc un al treilea tip de fenomene, anomaliile recunoscute a căror trăsătură caracteristică este refuzul lor încăpăţânat de a fi asimilate de paradigmele existente. Numai acest tip dă naştere unor noi teorii. Paradigmele oferă tuturor fenomenelor (cu excepţia anomaliilor) un loc, determinat de teorie, în câmpul vizual al omului de ştiinţă.

Dar dacă se face apel la noi teorii pentru a rezolva anomaliile apărute între o teorie existentă şi natură, atunci noua teorie plină de succes trebuie să permită undeva predicţii care să fie diferite de cele derivate din predecesoarea ei. Diferenţa poate să nu apară dacă cele două teorii ar fi logic compatibile. În procesul asimilării ei, cea de a doua teorie trebuie să o înlocuiască pe prima. Chiar şi o teorie ca aceea a conservării energiei, care pare astăzi o suprastructură logică corelată naturii numai prin teorii stabilite independent, nu s-a dezvoltat istoric fără distrugerea unor paradigme. Dimpotrivă, ea a apărut dintr-o criză în care un element esenţial

era incompatibilitatea dintre dinamica newtoniană şi unele consecinţe recent formulate ale teoriei calorice a căldurii. Numai după abandonarea teoriei calorice, conservarea energiei a putut să devină o parte a ştiinţei[1]. Şi numai după ce a fost o parte a ştiinţei pentru câtăva vreme, ea a putut deveni o teorie de un tip logic mai înalt, care nu intra în conflict cu predecesoarele ei. Este greu de înţeles cum ar putea apărea noi teorii fără asemenea schimbări distructive în convingerile despre natură. Deşi incluziunea logică rămâne o concepţie admisibilă despre relaţia dintre teorii ştiinţifice succcesive, ea este istoric implauzibilă.

Cred că, în urmă cu un secol, ar fi fost posibil să ne oprim aici cu argumentele în favoarea necesităţii revoluţiilor. Dar astăzi, din nefericire, nu mai putem proceda astfel deoarece concepţia dezvoltată mai sus în legătură cu această temă nu poate fi susţinută dacă este acceptată cea mai influentă interpretare contemporană a naturii şi funcţiei unei teorii ştiinţifice. Această interpretare, intim asociată cu pozitivismul logic timpuriu şi care nu a fost categoric respinsă de succesorii lui, ar restrânge sfera şi semnificaţia unei teorii acceptate astfel încât aceasta să nu poată intra în conflict cu vreo teorie ulterioară ale cărei predicţii se referă la unele dintre aceleaşi fenomene naturale. Cel mai bine cunoscut şi puternic argument în favoarea acestei concepţii restrânse despre o teorie ştiinţifică apare în discuţiile despre relaţia dintre dinamica einsteiniană contemporană şi ecuaţiile dinamice mai vechi care descind din *Principia* lui Newton. Din punctul de vedere al acestui eseu, cele două teorii sunt fundamental incompatibile în sensul ilustrat de relaţia astronomiei copernicane faţă de cea ptolemaică: teoria lui Einstein poate fi acceptată numai recunoscând că Newton a greşit. Astăzi, aceasta rămâne o concepţie minoritară[2]. Trebuie, prin urmare, să examinăm cele mai importante obiecţii ce i se aduc.

Fondul acestor obiecţii poate fi dezvoltat astfel. Dinamica relativistă nu poate arăta că dinamica newtoniană este falsă pentru

---

[1] Silvanus P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (Londra, 1910), I, pp. 266–281.

[2] Vezi, de pildă, remarcile lui P. P. Wiener în *Philosophy of Science*, XXV (1958), pp. 298.

că dinamica newtoniană mai este încă folosită, cu mult succes, de majoritatea inginerilor şi, în anumite aplicaţii, de mulţi fizicieni. În plus, oportunitatea utilizării vechii teorii poate fi demonstrată din însăşi teoria care, în alte aplicaţii, i-a luat locul. Teoria lui Einstein poate fi folosită pentru a arăta că predicţiile din ecuaţiile lui Newton vor fi la fel de bune ca şi instrumentele noastre de măsură în toate aplicaţiile care satisfac un număr mic de condiţii restrictive. De pildă, dacă vrem ca teoria newtoniană să ofere o bună soluţie aproximativă, vitezele relative ale corpurilor considerate trebuie să fie mici în comparaţie cu viteza luminii. Supusă acestor condiţii şi câtorva altele, teoria newtoniană pare derivabilă din cea einsteiniană, în raport cu care este deci un caz particular.

Dar, continuă obiecţia, nici o teorie nu poate fi în conflict cu unul din cazurile ei particulare. Dacă ştiinţa einsteiniană pare să infirme dinamica newtoniană, aceasta se întâmplă numai pentru că unii newtonieni au fost atât de imprudenţi încât să afirme că teoria newtoniană dă rezultate absolut precise sau că este validă la viteze relative foarte mari. Întrucât nu puteau aduce vreo dovadă în sprijinul unor asemenea afirmaţii, ei au trădat standardele ştiinţei. În măsura în care teoria newtoniană a fost vreodată o teorie într-adevăr ştiinţifică, confirmată de evidenţă, ea mai este şi acum. Numai afirmaţiile extravagante în sprijinul acestei teorii — afirmaţii care nu au făcut niciodată parte, propriu-zis, din ştiinţă — au putut fi dovedite drept false de către Einstein. Purificată de aceste extravaganţe exclusiv omeneşti, teoria newtoniană nu a fost niciodată pusă sub semnul îndoielii şi nici nu poate fi.

Unele versiuni ale acestui argument sunt întru totul suficiente pentru a imuniza împotriva atacurilor orice teorie utilizată vreodată de un grup semnificativ de oameni de ştiinţă competenţi. Atât de ponegrita teorie a flogisticului, de pildă, ordona un mare număr de fenomene fizice şi chimice. Ea explica de ce ardeau corpurile — pentru că erau bogate în flogistic — şi de ce metalele aveau în comun mult mai multe proprietăţi decât minereurile lor. Metalele erau, toate, compuse din diferite pământuri elementare combinate cu flogistic, iar acesta din urmă, comun tuturor metalelor, producea proprietăţi comune. În plus, teoria flogisticului explica un număr

de reacţii în care se formau acizi prin arderea unor substanţe ca sulful şi carbonul. De asemenea, ea explica scăderea volumului atunci când arderea avea loc într-un volum limitat de aer — flogisticul eliberat prin ardere „strica" elasticitatea aerului care-l absorbea, la fel cum focul „strică" elasticitatea unui ac de oţel[3]. Dacă acestea ar fi fost singurele fenomene pe care teoreticienii flogisticului le-ar fi revendicat pentru teoria lor, atunci această teorie nu ar fi putut fi niciodată contestată. Un argument similar este suficient pentru orice teorie care a reuşit vreodată să explice vreo mulţime de fenomene.

Dar pentru a salva teorii în acest fel, domeniul lor de aplicaţie trebuie restrâns la acele fenomene şi la acea precizie a observaţiei cu care operează probele experimentale disponibile[4]. Dusă un pas mai departe (şi acel pas nu prea poate fi evitat odată ce a fost făcut primul), o asemenea limitare îi interzice omului de ştiinţă să pretindă că vorbeşte „ştiinţific" despre vreun fenomen încă neobservat. Chiar în forma ei prezentă, această restricţie îl împiedică pe omul de ştiinţă să se bizuie pe o teorie oricând cercetarea sa intră într-o zonă — sau caută un grad de precizie — în raport cu care practica trecută nu oferă nici un precedent. Aceste prohibiţii sunt logic inatacabile. Dar rezultatul acceptării lor ar fi sfârşitul cercetării prin care ştiinţa se poate dezvolta mai departe.

Acum, această idee este de asemenea aproape o tautologie. Fără o angajare faţă de o paradigmă nu poate exista ştiinţa normală. Apoi, această angajare trebuie să atingă şi zone şi grade de precizie pentru care nu există precedente depline. Dacă lucrurile nu ar sta astfel, paradigma nu ar furniza nici un *puzzle* care să nu fi fost deja rezolvat. În afară de aceasta, nu numai ştiinţa normală depinde

---

[3] James B. Conant, *Overthrow of the Phlogiston Theory* (Cambridge, 1950), pp. 13–16 şi J. R. Partington, *A Short History of Chemistry* (ediţia a doua; Londra, 1951), pp. 85–88. Cea mai amplă şi mai binevoitoare prezentare a realizărilor teoriei flogisticului este cea a Helenei Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930), Partea a II-a.

[4] A se compara cu concluziile obţinute printr-o analiză cu totul diferită de R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation* (Cambridge, 1953), pp. 50–87, mai ales p. 76.

de angajarea faţă de o paradigmă. Dacă teoria existentă îl angajează pe omul de ştiinţă numai în raport cu aplicaţiile existente, atunci nu pot apărea nici u fel de surprize, anomalii sau crize. Or, acestea sunt tocmai indicatoarele care arată calea spre ştiinţa extraordinară. Dacă restricţiile pozitiviste asupra sferei de aplicabilitate legitimă a unei teorii sunt luate literal, atunci va înceta să funcţioneze mecanismul care indică comunităţii ştiinţifice ce probleme pot duce la schimbări fundamentale. Şi când aceasta se întâmplă, comunitatea se va reîntoarce inevitabil la ceva asemănător stării dinaintea paradigmei, când toţi membrii ei practică o ştiinţă al cărei produs total nu seamănă câtuşi de puţin cu ştiinţa. Mai este atunci de mirare că preţul progresului ştiinţific semnificativ este o angajare care riscă să dea greş?

Mai important este faptul că există o lacună logică revelatoare în argumentul pozitivist, lacună care ne va reintroduce de îndată în problematica naturii schimbării revoluţionare. Poate fi într-adevăr *derivată* dinamica newtoniană din cea einsteiniană? Cum ar arăta o astfel de derivare? Să ne imaginăm o mulţime de enunţuri E_1, E_2, ..., E_n, care împreună cuprind legile teoriei relativităţii. Aceste enunţuri conţin variabile şi parametri reprezentând poziţia spaţială, timpul, masa de repaus etc. Din ele, cu ajutorul aparatului logicii şi matematicii, se poate deduce o întreagă mulţime de alte enunţuri, incluzând unele care pot fi controlate prin observaţie. Pentru a demonstra adecvarea dinamicii newtoniene ca un caz particular, trebuie să adăugăm enunţurilor E_i alte enunţuri, precum $(v/c)^2 \ll 1$, care restrâng domeniul parametrilor şi variabilelor. Această mulţime extinsă de enunţuri este apoi manipulată pentru a produce o nouă mulţime, N_1, N_2,..., N_m, care este identică în formă cu legile newtoniene ale mişcării, legea gravitaţiei etc. Aparent, supusă câtorva condiţii limitative, dinamica newtoniană a fost derivată din cea einsteiniană.

Totuşi, derivarea este incorectă, cel puţin până în acest punct. Deşi enunţurile N_i sunt un caz particular al legilor mecanicii relativiste, ele nu sunt legi newtoniene. Sau, cel puţin, nu sunt până când aceste din urmă legi nu sunt reinterpretate într-un mod care nu ar fi posibil înainte de Einstein. Variabilele şi parametrii care în enunţurile einsteiniene E_i reprezentau poziţii spaţiale, timp, masă

etc. apar şi în enunţurile N_i unde de asemenea reprezintă spaţiul şi masa lui Einstein. Dar referenţii fizici ai acestor concepte einsteiniene nu sunt, câtuşi de puţin, identici cu cei ai conceptelor newtoniene cu acelaşi nume. (Masa newtoniană este conservată; cea einsteiniană este convertibilă în energie. Numai la viteze relativ scăzute, cele două mase pot fi măsurate în acelaşi fel şi chiar atunci ele nu trebuie considerate identice.) Dacă nu schimbăm definiţiile variabilelor din N_i, enunţurile pe care le-am derivat nu sunt newtoniene. Iar dacă le schimbăm, nu se poate spune, corect, că am *derivat* legile lui Newton, cel puţin nu într-unul din sensurile, astăzi general acceptate, ale termenului „a deriva". Argumentul nostru a explicat, fireşte, de ce legile lui Newton păreau că funcţionează. Acest argument îl îndreptăţeşte, de pildă, pe un şofer de automobil să acţioneze ca şi cum ar trăi într-un univers newtonian. Un argument de acelaşi gen este folosit spre a justifica iniţierea topografilor într-o astronomie orientată geocentric. Dar aceste argumente nu şi-au îndeplinit încă menirea; şi anume, ele nu au dovedit că legile lui Newton sunt un caz limită al legilor lui Einstein. Căci în trecere la limită nu s-a schimbat numai forma legilor. Totodată, a trebuit să modificăm elementele structurale fundamentale din care este constituit universul la care se aplică aceste legi.

Necesitatea de a modifica semnificaţia unor concepte existente şi familiare joacă un rol central în influenţa revoluţionară a teoriei lui Einstein. Deşi este mai subtilă decât schimbările de la geocentrism la heliocentrism, de la flogistic la oxigen, sau de la corpusculi la unde, această transformare conceptuală nu este mai puţin distructivă în raport cu o paradigmă anterior stabilită. Putem chiar să ajungem să o considerăm drept un prototip al reorientărilor revoluţionare din ştiinţe. Tocmai pentru că nu implică introducerea unor concepte sau obiecte suplimentare, tranziţia de la mecanica newtoniană la cea einsteiniană ilustrează cu o claritate deosebită revoluţia ştiinţifică drept o dislocare a cadrului conceptual prin care oamenii de ştiinţă văd lumea.

Aceste remarci ar fi suficiente pentru a dovedi ceea ce, în alt climat filozofic, putea fi admis de la bun început. Cele mai multe dintre diferenţele vizibile între o teorie ştiinţifică respinsă şi

succesoarea ei sunt reale, cel puţin pent r oamenii de ştiinţă. Deşi o teorie perimată poate fi întotdeauna văzută ca un caz special al succesoarei ei, ea trebuie transformată în acest scop. Iar o atare transformare este de asemenea natură încât poate fi întreprinsă numai retrospectiv, luând ca ghid explicit cea mai recentă teorie. În plus, chiar dacă această transformare ar fi un procedeu legitim folosit în interpretarea vechii teorii, rezultatul aplicării lui ar fi o teorie extrem de restrânsă, care nu ar putea decât să reformuleze ceea ce era deja cunoscut. Datorită economiei ei, o asemenea reformulare ar avea o utilitate, dar nu ar putea ghida îndeajuns cercetarea.

Să admitem deci că diferenţele dintre paradigme succesive sunt atât necesare cât şi ireconciliabile. Putem atunci explicita aceste diferenţe? Cele mai evidente au fost deja ilustrate, în repetate rânduri. Paradigme succesive ne spun lucruri diferite despre populaţia universului şi despre comportamentul acestei populaţii. Ele diferă deci în privinţa unor probleme ca existenţa particulelor subatomice, materialitatea luminii şi conservarea căldurii sau energiei. Acestea sunt diferenţele substanţiale dintre paradigme succesive care nu mai au nevoie de alte exemplificări. Dar paradigmele diferă mai mult decât în substanţa lor, întrucât nu sunt îndreptate numai spre natură ci şi, înapoi, spre ştiinţa care le-a generat. Ele constituie sursa metodelor, câmpului de probleme şi standardelor de rezolvare, acceptate, în orice perioadă, de orice comunitate ştiinţifică matură. În consecinţă, acceptarea unei noi paradigme necesită adeseori o redefinire a ştiinţei respective. Unele din vechile probleme pot fi transferate unei alte ştiinţe sau declarate cu totul „neştiinţifice". Odată cu noua paradigmă, alte probleme, odinioară inexistente sau lipsite de importanţă, devin înseşi modelele reuşitei ştiinţifice semnificative. Iar pe măsură ce se schimbă problemele, se schimbă adesea şi criteriile care disting o soluţie ştiinţifică reală de o simplă speculaţie metafizică, de u joc de cuvinte sau de un exerciţiu matematic. Tradiţia de ştiinţă normală care apare dintr-o revoluţie ştiinţifică este nu numai incompatibilă dar, de multe ori, realmente incomensurabilă cu ceea ce fusese înainte.

Influenţa operei lui Newton asupra tradiţiei normale de practică ştiinţifică din secolul al şaptesprezecelea oferă un exemplu pregnant al acestor efecte subtile ale schimbării de paradigmă. Înainte să se fi născut Newton, „noua ştiinţă" a secolului reuşise, în sfârşit, să respingă explicaţiile aristotelice şi scolastice, exprimate în termeni de esenţe ale corpurilor materiale. A spune că o piatră cădea pentru că „natura" ei o îndrepta spre centrul universului ajunsese să pară un simplu joc tautologic de cuvinte, ceea ce nu fusese înainte. De atunci înainte întregul flux al aparenţelor senzoriale, incluzând culoare, gust şi chiar greutate, avea să fie explicat în termenii mărimii, formei, poziţiei şi mişcării corpusculare elementare ale materiei de bază. A atribui alte calităţi atomilor elementari însemna a recurge la ocult şi deci la ceva în afara ştiinţei. Molière a surprins întocmai noul spirit când îl ridiculiza pe doctorul care explica eficacitatea opiului, ca somnifer, atribuindu-i o potenţă dormitivă. În cursul ultimei jumătăţi a secolului al şaptesprezecelea, numeroşi oameni de ştiinţă preferau să spună că forma rotundă a particulelor de opiu le permitea să liniştească nervii în jurul cărora se mişcau[5].

Într-o perioadă anterioară, explicaţiile în termeni de calităţi oculte făcuseră integral parte din munca ştiinţifică productivă. Totuşi, noua angajare a secolului al şaptesprezecelea faţă de explicaţia mecanic-corpusculară s-a dovedit deosebit de fructuoasă pentru un număr de ştiinţe, eliberându-le de probleme care rezistaseră oricărei soluţii general acceptate şi propunând altele în loc. În dinamică, de exemplu, cele trei legi newtoniene ale mişcării sunt mai puţin un produs al unor noi experimente cât al încercării de a reinterpreta observaţii bine cunoscute în termenii mişcărilor şi interacţiunilor corpusculilor neutri primari. Să luăm doar un exemplu concret. Deoarece corpusculii neutri pot interacţiona numai prin contact, concepţia corpuscular-mecanică asupra naturii îndrepta atenţia ştiinţei asupra unui nou obiect de studiu,

---

[5] Pentru corpuscularism în general, vezi Marie Boas, „The Establishment of the Mechanical Philosophy", *Osiris*, X (1952), pp. 412–541. Pentru efectul formei particulelor asupra gustului, vezi *ibid*., p. 483.

modificarea mişcărilor particulelor prin ciocnire. Descartes a pus problema şi i-a dat prima rezolvare admisă. Huyghens, Wren şi Wallis au continuat-o, în parte făcând experimente cu pendule în ciocnire, dar mai ales aplicând la noua problemă caracteristici ale mişcării, bine cunoscute dinainte. Iar Newton a fixat rezultatele lor în legile sale asupra mişcării. „Acţiunea“ şi „reacţiunea“ egală din cea de a treia lege reprezintă schimbări în cantitatea de mişcare suferite de cele două participante la ciocnire. Aceeaşi schimbare de mişcare stă la baza definiţiei forţei dinamice, implicite în a doua lege. În acest caz, ca şi în multe altele din cursul secolului al şaptesprezecelea, paradigma corpusculară a generat atât o nouă problemă cât şi o mare parte din soluţia ei[6].

Totuşi, deşi o bună parte din activitatea lui Newton era orientată spre probleme — şi încorpora criterii — derivate din concepţia corpuscular-mecanică despre lume, paradigma care a rezultat din această activitate a dus la o nouă şi parţial distructivă schimbare a problemelor şi standardelor legitime ale ştiinţei. Gravitaţia, interpretată ca o atracţie înnăscută între oricare două particule de materie, era o calitate ocultă în acelaşi sens în care fusese „tendinţa de cădere“ a corpurilor pentru scolastici. Aşadar, în vreme ce standardele corpuscularismului rămâneau valabile, căutarea unei explicaţii mecanice a gravitaţiei era una din cele mai solicitante probleme pentru cei care acceptau *Principia* ca paradigmă. Newton i-a acordat multă atenţie, la fel cum au făcut şi mulţi dintre urmaşii săi în secolul al optsprezecelea. Singura alternativă evidentă era abandonarea teoriei lui Newton, datorită neputinţei ei de a explica gravitaţia, şi această alternativă a fost, de asemenea, larg acceptată. Totuşi, nici una din aceste concepţii nu a triumfat până la urmă. Nefiind în stare să facă ştiinţă fără *Principia* sau să adapteze această operă standardelor corpusculare ale secolului al şaptesprezecelea, oamenii de ştiinţă au acceptat treptat concepţia că gravitaţia era într-adevăr înnăscută. Pe la mijlocul secolului al optsprezecelea, această interpretare era aproape universal acceptată,

6 R. Dugas, *La Mécanique au XVII*[e] siècle (Neuchâtel, 1954), pp. 177–185, 284–298, 345–356.

având drept rezultat o autentică reîntoarcere (care nu este totuna cu o regresiune) la modelul scolastic. Atracţiile şi repulsiile înnăscute reuneau mărimea, forma, poziţia şi mişcarea ca proprietăţi primare, fizic ireductibile, ale materiei[7].

Schimbarea produsă în standardele şi câmpul de probleme ale fizicii avea să fie din nou plină de urmări. Prin anii 1740, de pildă, teoreticienii electricităţii puteau vorbi despre „virtutea“ de atracţie a fluidului electric, fără să-şi atragă prin aceasta ridicolul cu care a fost acoperit doctorul lui Molière, un secol mai înainte. În acest timp, fenomenele electrice dezvăluiau tot mai mult o ordine diferită de cea manifestată când erau concepute ca efecte ale unei emanaţii mecanice care putea acţiona numai prin contact. În particular, atunci când acţiunea electrică la distanţă a devenit un obiect de studiu de sine stătător, fenomenul pe care-l numim acum încărcare prin inducţie a putut fi recunoscut ca unul din efectele ei. Înainte, în cazul în care fusese observat, el fusese atribuit acţiunii directe a „atmosferelor“ electrice sau pierderilor inevitabile din orice laborator de electricitate. Noua concepţie asupra efectelor inductive a constituit, la rândul ei, cheia analizei lui Franklin asupra buteliei de Leyda şi deci a apariţiei unei noi paradigme newtoniene a electricităţii. Dar dinamica şi electricitatea nu au fost singurele domenii ştiinţifice afectate de legitimizarea investigării forţelor înnăscute ale materiei. Considerabila literatură din secolul al optsprezecelea asupra afinităţilor şi seriilor de substituţii chimice deriva de asemenea din acest aspect supramecanic al newtonismului. Chimiştii care credeau în aceste atracţii diferite dintre variatele specii chimice au realizat experimente neimaginate înainte şi au investigat noi tipuri de reacţii. Fără datele şi concepţiile chimice elaborate în cursul acestui proces, cercetările ulterioare ale lui Lavoisier şi mai ales Dalton a fi fost de neconceput[8]. Schimbările survenite în criteriile ce guvernează problemele, conceptele

---

[7] I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), Cap. VI–VII.

[8] Pentru electricitate, vezi *ibid.*, Cap. VIII–IX. Pentru chimie, vezi Matzger, *op. cit.*, Partea I.

şi explicaţiile admisibile pot transforma o ştiinţă. În secţiunea următoare, voi sugera chiar un sens în care ele transformă lumea.

Alte exemple de asemenea diferenţe între paradigme succesive pot fi regăsite în istoria oricărei ştiinţe şi în aproape orice perioadă a dezvoltării ei. Pentru moment să ne mulţumim doar cu alte două exemple, mult mai concise. Înainte de revoluţia din chimie, una din sarcinile recunoscute ale chimiei era să explice calităţile substanţelor chimice şi schimbările pe care le sufereau aceste calităţi în cursul reacţiilor chimice. Cu ajutorul unui număr mic de „principii“ elementare — între care şi flogisticul — chimistul trebuia să explice de ce unele substanţe sunt acide, metalice, inflamabile ş.a.m.d. Se obţinuseră oarecare succese în această direcţie. Am văzut deja că flogisticul explica de ce metalele sunt atât de asemănătoare şi am fi putut avansa un argument similar pentru aici. Reforma lui Lavoisier însă a eliminat până la urmă „principiile“ chimice, sfârşind prin a lipsi chimia de o parte din puterea ei explicativă reală şi de o mare parte din cea potenţială. Pentru a compensa această pierdere se impunea o schimbare a standardelor chimiei. O bună parte din secolul al nouăsprezecelea, neputinţa de a explica calităţile compuşilor nu a incriminat vreo teorie chimică[9].

Clerk Maxwell împărtăşea, alături de alţi adepţi din secolul al XIX-lea ai teoriei ondulatorii a luminii, convingerea că undele de lumină trebuie să se propage printr-un eter material. Proiectarea unui mediu mecanic care să servească drept suport acestor unde era o problemă tipică pentru mulţi dintre cei mai capabili contemporani ai săi. Propria sa teorie însă, teoria electromagnetică a luminii, nu dădea nici o explicaţie asupra unui mediu capabil să susţină undele luminoase şi făcea ca o asemenea explicaţie să fie mult mai greu de dat decât părea înainte. La început, teoria lui Maxwell a fost, în mare parte, respinsă tocmai pentru aceste motive. Dar, ca şi în cazul teoriei lui Newton, cea a lui Maxwell nu putea fi uşor abandonată şi, pe măsură ce a dobândit statutul unei paradigme, atitudinea faţă de ea s-a schimbat. În primele decenii ale secolului al douăzecilea, insistenţa lui Maxwell asupra

---

[9] E. Meyerson, *Identity and Reality* (New York, 1930), Cap. X.

existenţei unui eter mecanic avea tot mai mult aerul unui conformism neîntemeiat, ceea ce evident nu era, iar încercările de a construi un asemenea eter au fost abandonate. Oamenii de ştiinţă nu mai considerau că este neştiinţific să vorbească de o „deplasare" electrică, fără să specifice ce anume era deplasat. Din nou rezultatul a fost o nouă mulţime de probleme şi criterii, care (atunci) au contribuit la apariţia teoriei relativităţii[10].

Aceste modificări caracteristice în concepţia comunităţii ştiinţifice despre problemele şi criteriile legitime ar fi mai puţin semnificative pentru teza acestui eseu, dacă s-ar presupune că ele au loc întotdeauna de la un tip metodologic inferior la unul superior. În acest caz, efectele lor ar părea, de asemenea, cumulative. Nu este de mirare că unii istorici au argumentat că istoria ştiinţei indică o creştere continuă a maturităţii şi rafinării concepţiei omului despre natura ştiinţei[11]. Totuşi, argumentul în favoarea dezvoltării cumulative a problemelor şi criteriilor ştiinţei este chiar mai greu de susţinut decât cel în favoarea acumulării teoriilor. Încercarea de a explica gravitaţia, deşi abandonată — cu folos — de majoritatea oamenilor de ştiinţă ai secolului al optsprezecelea, nu viza o problemă intrinsec nelegitimă; obiecţiile faţă de forţele înnăscute nu erau nici inerent neştiinţifice nici metafizice, în vreun sens peiorativ. Nu există criterii exterioare care să permită o asemenea apreciere. Ceea ce a urmat nu a fost nici un declin, nici o renunţare la criterii, ci pur şi simplu o schimbare cerută de adoptarea unei noi paradigme. În plus, această schimbare a fost de atunci răsturnată şi mai poate fi. În secolul al douăzecilea, Einstein a reuşit să explice atracţiile gravitaţionale şi această explicaţie a reîntors ştiinţa la o clasă de canoane şi probleme care, în acest caz particular, se aseamănă mai mult cu cele ale predecesorilor decât cu cele ale succesorilor lui Newton. Asemănător, dezvoltarea mecanicii cuantice a anulat interdicţia metodologică iniţiată de revoluţia în

---

[10] E. T Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II (Londra, 1953), pp. 28–30.

[11] Pentru o încercare strălucită şi întru totul la zi de a potrivi dezvoltarea ştiinţifică în acest pat al lui Procust, vezi C. G. Gillispie, *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas* (Princeton, 1960).

chimie. Chimiştii încearcă acum, şi cu mult succes, să explice culoarea, starea de agregare şi alte calităţi ale substanţelor folosite şi produse în laboratoarele lor. O răsturnare similară ar putea să aibă loc în teoria electromagnetică. În fizica contemporană, spaţiul nu este substratul inert şi omogen folosit atât în teoria lui Newton cât şi în cea a lui Maxwell; unele dintre noile lui proprietăţi nu diferă de cele atribuite odinioară eterului; şi s-ar putea, într-o bună zi, să reuşim să aflăm ce este o deplasare electrică.

Deplasând accentul de la funcţiile cognitive la cele normative ale paradigmelor, exemplele anterioare ne sporesc înţelegerea modurilor în care paradigmele configurează viaţa ştiinţifică. Anterior am examinat îndeosebi rolul paradigmelor ca purtătoare ale teoriei ştiinţifice. În această ipostază, funcţia lor constă în a-l informa pe omul de ştiinţă despre entităţile pe care le conţine şi, respectiv, nu le conţine natura şi despre felurile în care se comportă aceste entităţi. Aceste informaţii configurează o hartă ale cărei detalii sunt elucidate de cercetarea ştiinţifică matură. Şi întrucât natura e prea complexă şi variată pentru a putea fi explorată la întâmplare, această hartă este tot atât de esenţială ca şi observaţia şi experimentul pentru dezvoltarea continuă a ştiinţei. Prin teoriile pe care le încorporează, paradigmele se dovedesc a fi constitutive activităţii de cercetare. Dar ele sunt, de asemenea, constitutive ştiinţei în alte privinţe şi acest aspect este important acum. În particular, ultimele exemple pe care le-am dat arată că paradigmele îi înzestrează pe oamenii de ştiinţă nu numai cu o hartă, dar şi cu unele din direcţiile esenţiale de alcătuire a acesteia. Asimilând o paradigmă, omul de ştiinţă asimilează, de obicei într-un amestec inextricabil, teorii, metode şi criterii laolaltă. Prin u are, când se schimbă paradigmele, se produc de asemenea modificări semnificative în criteriile ce determină legitimitatea problemelor şi soluţiilor propuse.

Această observaţie ne readuce la punctul de plecare al acestei secţiuni, întrucât ne indică pentru prima oară, explicit, de ce alegerea între paradigme rivale creează probleme care nu pot fi rezolvate prin criteriile ştiinţei normale. În măsura, pe cât de semnificativă pe atât de incompletă, în care două şcoli ştiinţifice nu sunt de acord asupra a ceea ce este o problemă şi ce este o

soluţie, ele vor vorbi inevitabil limbi diferite atunci când vor dezbate meritele relative ale paradigmelor lor. În termenii argumentelor parţial circulare, care vor rezulta frecvent, se va arăta că fiecare paradigmă satisface mai mult sau mai puţin criteriile pe care şi le impune sie însăşi şi că nu reuşeşte să satisfacă câteva din cele impuse de adversara ei. Există şi alte cauze ale incompletitudinii contactului logic care caracterizează permanent controversele dintre paradigme. De pildă, întrucât nici o paradigmă nu rezolvă vreodată toate problemele pe care le defineşte şi întrucât niciodată două paradigme nu lasă exact aceleaşi probleme nerezolvate, controversele între paradigme ridică întotdeauna întrebarea: care probleme este mai important să le fi rezolvat? Ca şi în chestiunea criteriilor rivale, la această întrebare, relativă la valori, nu se poate răspunde decât în termenii unor criterii cu totul exterioare ştiinţei normale şi evident, tocmai datorită acestui recurs la criterii exterioare, disputele între paradigme devin revoluţionare. Dar ceva şi mai fundamental decât standarde şi valori este de asemenea în joc. Am argumentat până acum doar că paradigmele sunt constitutive ştiinţei. Aş vrea acum să dezvălui un sens în care ele sunt constitutive chiar şi naturii.

X

Revoluțiile ca schimbări ale concepției despre lume

Examinând cronicile cercetării de-a lungul secolelor, din punctul de vedere al istoriografiei contemporane, istoricul ştiinței poate fi tentat să afirme că odată cu schimbarea paradigmelor se schimbă însăși lumea. Conduşi de o nouă paradigmă, oamenii de ştiință adoptă noi instrumente şi examinează noi zone ale naturii. Mai important chiar este că, în timpul revoluțiilor, oamenii de ştiință văd lucruri noi şi diferite când examinează cu instrumente familiare zone pe care le-au mai examinat înainte. Este, mai degrabă, ca şi cum comunitatea profesională a fost dintr-odată transportată pe o altă planetă, unde obiectele familiare sunt văzute într-o lumină diferită, alături de obiecte nefamiliare. Fireşte că nu se întâmplă ceva asemănător: nu survine nici o transplantare geografică; în afara laboratorului, viața cotidiană continuă ca şi înainte. Totuşi, schimbările de paradigmă îi determină pe oamenii de ştiință să vadă într-un mod diferit lumea în care este angajată cercetarea lor. În măsura în care singurul lor contact cu această lume se realizează prin ceea ce văd şi fac, am putea spune că, după o revoluție, oamenii de ştiință se află în fața unei lumi diferite.

Demonstrațiile familiare ale schimbării *gestalt*-ului vizual se dovedesc atât de sugestive tocmai ca prototipuri elementare ale acestor transformări ale lumii omului de ştiință. Ceea ce erau rațe în lumea omului de ştiință dinaintea revoluției sunt iepuri după revoluție. Cel care mai întâi a văzut de sus exteriorul cutiei, mai târziu va vedea interiorul ei de jos. Asemenea transformări, deşi sunt de obicei mai graduale şi aproape totdeauna ireversibile, însoțesc firesc pregătirea ştiințifică. Privind la o hartă, studentul vede linii pe o hârtie, iar cartograful imaginea unui teren. Privind

la fotografia luată într-o cameră cu bule, studentul vede linii confuze şi întrerupte, iar fizicianul o înregistrare a unor evenimente subnucleare familiare. Numai după un număr de asemenea transformări vizuale, devine studentul un locuitor al lumii omului de ştiinţă, văzând ceea ce vede omul de ştiinţă şi reacţionând ca el. Dar lumea în care intră atunci studentul nu este determinată o dată pentru totdeauna de natura mediului, pe de o parte, şi de aceea a ştiinţei, pe de altă parte. Mai degrabă, ea este determinată împreună de mediu şi de o anumită tradiţie de ştiinţă normală în care studentul a fost pregătit să lucreze. De aceea, în perioada de revoluţie, când se schimbă tradiţia de ştiinţă normală, modul în care omul de ştiinţă îşi percepe mediul trebuie reeducat — în unele situaţii familiare el trebuie să înveţe să vadă un nou *gestalt*. După ce a făcut acest lucru, lumea cercetării sale va părea, ici şi colo, incomensurabilă cu cea în care locuise înainte. Aceasta este o altă cauză pentru care şcolile ghidate de diferite paradigme nu vor reuşi niciodată să se înţeleagă pe deplin.

Fireşte, în forma lor cea mai obişnuită, experimentele gestaltiste ilustrează numai natura transformărilor perceptuale. Ele nu ne spun nimic despre rolul paradigmelor sau al experienţei anterior asimilate, în procesul percepţiei. Dar asupra acestui punct există o bogată literatură psihologică, o mare parte a ei provenind din lucrările de pionierat ale Institutului Hanovra. Într-un experiment, subiectului i se dau ochelari cu lentile inversate, prin care, iniţial, vede totul răsturnat. La început aparatul său perceptual funcţionează aşa cum a fost pregătit să funcţioneze fără ochelari, rezultând de aici o maximă dezorientare, o acută criză personală. Dar după ce subiectul a început să se obişnuiască cu noua sa lume, întregul său câmp vizual se întoarce pe dos, de obicei, după o perioadă intermediară în care totul este văzut confuz. Apoi, obiectele sunt din nou văzute aşa cum fuseseră înainte de a-şi fi pus ochelarii. Asimilarea unui câmp vizual, anterior normal, s-a repercutat asupra câmpului însuşi, modificându-l[1]. Literal ca şi metaforic, subiectul

[1] Experimentele iniţiale aparţineau lui George M. Stratton, „Vision without Inversion of the Retinal Image", *Pshychological* Review I (1897),

obişnuit cu lentile inversate a suferit o transformare revoluţionară în modul de a vedea.

Subiecţii experimentului cu cărţi de joc modificate, discutat în secţiunea a VI-a, au fost martorii unor transformări întru totul similare. Până când au realizat, în urma unei expuneri prelungite, că universul conţine cărţi anormale, ei au văzut numai tipuri de cărţi cu care îi familiarizase experienţa anterioară. De îndată însă ce experienţa le-a furnizat noile categorii necesare, ei au putut să vadă, din prima expunere, toate cărţile anormale, având destul timp pentru a fi în stare să le identifice. Alte experimente demonstrează că perceperea formei, culorii obiectelor expuse experimental variază de asemenea în funcţie de pregătirea şi experienţa anterioară a subiectului[2]. Examinarea bogatei literaturi experimentale din care provin aceste exemple ne face să bănuim că ceva asemănător paradigmei stă la baza percepţiei înseşi. Ceea ce vede un om depinde atât de spre-ce-priveşte cât şi de ceea ce l-a învăţat să vadă experienţa sa vizual-conceptuală anterioară. În lipsa unei asemenea experienţe, nu poate exista, după cum spunea William James, decât „un zumzăit confuz şi pestriţ".

În ultimii ani, unii cercetători preocupaţi de istoria ştiinţei au considerat exemple ca acelea de mai sus drept extrem de sugestive. N. R. Hanson, în mod deosebit, a folosit argumente gestaltiste pentru a dezvolta unele consecinţe ale convingerii ştiinţifice, asemănătoare cu cele care mă interesează aici[3]. Alţi colegi au remarcat frecvent că istoria ştiinţei ar avea mai mult sens şi mai multă coerenţă dacă am putea admite că oamenii de ştiinţă trăiesc uneori schimbări perceptuale asemănătoare celor descrise mai sus. Totuşi, deşi aceste experimente psihologice sunt sugestive, ele nu

---

pp. 341–360, 463–481. O trecere în revistă mai modernă aparţine lui Harvey A. Carr, *An Introduction to Space Perception* (New York, 1935), pp. 18–57.

[2] Pentru exemple, vezi Albert H. Hastorf, „The Influence of Suggestion on the Relationship between Stimulus Size and Perceived Distance", *Journal of Psychology*, XXIX (1950), pp. 195–217; şi Jerome S. Brunner, Leo Postman şi John Rodrigues, „Expectations and the Perception of Color", *American Journal of Psychology*, LXIV (1951), pp. 216–227.

[3] N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), Cap. 1.

pot fi, prin natura situației, mai mult decât atât. Ele evidențiază într-adevăr caracteristici ale percepției care *ar putea* fi de primă importanță pentru dezvoltarea științifică, dar ele nu dovedesc că observația atentă și controlată a cercetătorului posedă aceste caracteristici. În afară de aceasta, însăși natura unor asemenea experimente face imposibilă orice demonstrație directă a acestei idei. Dacă menirea exemplului istoric este să confere relevanță acestor experimente psihologice, trebuie să avem în vedere în primul rând tipurile de dovezi pe care ne putem aștepta sau nu să le ofere istoria.

Subiectul unui experiment gestaltist știe că percepția sa s-a schimbat întrucât o poate modifica într-un sens sau altul în timp ce privește la aceeași carte sau foaie de hârtie. Conștient că nimic din ambianța înconjurătoare nu s-a schimbat, el își poate concentra tot mai mult atenția nu asupra figurii (rață sau iepure), ci asupra liniilor de pe hârtie la care privește. Până la urmă, el poate chiar învăța să vadă aceste linii fără a vedea vreuna din figuri, și ar putea spune atunci (ceea ce nu ar fi putut, în mod justificat, spune mai înainte) că ceea ce vede de fapt sunt linii, pe care însă le vede alternativ *ca* rață sau *ca* iepure. În același sens, subiectul experimentului cu cărți de joc anormale știe (sau, mai exact, poate fi convins) că percepția sa trebuie să se fi modificat deoarece o autoritate exterioară, experimentatorul, îl asigură că, indiferent de ceea ce *a văzut*, el *privea* tot timpul la un cinci negru de cupă. În ambele cazuri, ca și în toate experimentele psihologice asemănătoare, eficacitatea demonstrației depinde de posibilitatea de a o analiza în acest fel. Nu se poate trage nici o concluzie despre posibilități perceptuale alternative, dacă nu există un reper exterior în raport cu care să poată fi dovedită o schimbare a modului de a vedea.

În cazul observației științifice, lucrurile stau însă exact invers. Omul de știință nu poate avea nici un reper deasupra sau dincolo de ceea ce vede cu ochii și instrumentele sale. Dacă ar exista vreo autoritate superioară, prin intermediul căreia să se poată arăta că modul său de a vedea s-a schimbat, atunci acea autoritate ar dovedi, ea însăși, sursa informațiilor sale, iar comportamentul său vizual ar deveni o sursă de probleme (așa cum este, pentru psiholog, cel

al subiectului experimental). Aceleaşi tipuri de probleme ar apărea dacă omul de ştiinţă ar putea să-şi „comute" viziunea într-un sens sau altul aşa cum o face subiectul experimentelor gestaltiste. Perioada în care lumina era „când undă, când particulă" a fost o perioadă de criză — o perioadă când ceva nu era în regulă — care a luat sfârşit numai odată cu elaborarea mecanicii ondulatorii şi cu înţelegerea faptului că lumina este o entitate de sine stătătoare, diferită atât de unde cât şi de particule. Aşadar, în ştiinţă, dacă transformările perceptuale însoţesc schimbările de paradigme, nu ne putem aştepta ca oamenii de ştiinţă să ateste direct aceste schimbări. Privind Luna, cel convertit la copernicanism nu va spune: „Înainte eram obişnuit să văd o planetă, iar acum văd un satelit." Această afirmaţie ar implica un sens în care sistemul ptolemaic fusese odinioară corect. Dimpotrivă, un convertit la noua astronomie va spune: „Odinioară, am luat (sau am văzut) Luna drept o planetă, dar am greşit!" Acest gen de afirmaţie reapare în urma revoluţiilor ştiinţifice. Dacă ea ascunde de obicei o modificare de viziune ştiinţifică, sau vreo altă transformare mentală cu acelaşi rezultat, nu ne putem aştepta la o mărturie directă despre această modificare. Mai degrabă, trebuie să căutăm dovezi indirecte şi comportamentale că omul de ştiinţă dispunând de o nouă paradigmă vede diferit de cum văzuse înainte.

Să ne reîntoarcem deci la fapte şi să ne întrebăm ce tipuri de transformări produse în universul omului de ştiinţă poate descoperi istoricul care crede în asemenea schimbări. Descoperirea planetei Uranus de către Sir William Herschel ne oferă un prim exemplu, foarte apropiat de experimentul cu cărţi de joc anormale. Cel puţin în şaptesprezece ocazii diferite între 1690 şi 1781, un număr de astronomi, printre care câţiva dintre cei mai eminenţi specialişti europeni, văzuseră o stea în diferite poziţii despre care presupunem acum că trebuie să fi fost ocupate în acea vreme de Uranus. Unul din cei mai buni observatori din acest grup văzuse de fapt steaua, timp de patru nopţi la rând în 1769, fără a înregistra mişcarea ei, ceea ce ar fi putut sugera o altă identificare. Când a observat pentru prima oară acelaşi obiect, doisprezece ani mai târziu, Herschel dispunea de un telescop mult îmbunătăţit, realizat de el însuşi. În consecinţă, el a putut să observe un disc de o dimensiune cel puţin

neobişnuită la stele. Ceva nu era în regulă, drept care el a amânat identificarea până la o nouă observație. Această nouă observație a dezvăluit traiectoria lui Uranus printre stele, astfel încât Herschel a anunțat că văzuse o nouă cometă! La numai câteva luni, după încercări infructuoase de a corela traiectoria observată cu o orbită de cometă, Lexell a sugerat posibilitatea ca orbita să fie planetară[4]. După ce această sugestie a fost acceptată, universul astronomului profesionist cuprindea mai puține stele şi o planetă în plus. Un corp ceresc, observat cu intermitențe vreme de aproape un secol, a fost altfel văzut după 1781 deoarece, aşa ca într-un joc de cărți anormale, el nu mai putea fi adaptat categoriilor perceptuale (stea sau cometă) ale paradigmei dominante până atunci.

Transformarea modului de a vedea care le-a permis astronomilor să vadă în Uranus o planetă nu pare însă să fi afectat numai percepția acestui corp ceresc observat mai înainte. Consecințele ei au fost mult mai vaste. Deşi nu dispunem de dovezi certe, probabil că schimbarea minoră de paradigmă, impusă de Herschel, i-a pregătit pe astronomi pentru descoperirea rapidă, după 1801, a numeroase planete sau asteroizi minori. Datorită mărimilor lor nesemnificative, aceştia nu indicau acea supradimensionare anormală care îl alarmase pe Herschel. Cu toate acestea, cu ajutorul instrumentelor obişnuite, astronomii pregătiți să găsească noi planete au reuşit să identifice douăzeci dintre ele, în primii cincizeci de ani ai secolului trecut[5]. Istoria astronomiei furnizează multe alte exemple de schimbări-induse-de-paradigmă în percepția ştiințifică, unele chiar mai puțin echivoce. Poate fi, de pildă, conceput ca accident faptul că astronomii europeni au văzut o schimbare pe bolta cerească, până atunci imuabilă, de-abia în jumătatea de secol ce a urmat apariției noii paradigme a lui Copernic? Chinezii, ale căror idei cosmologice nu excludeau schimbarea cerească, înregistraseră cu mult înainte apariția pe cer a multor stele noi. De asemenea, chiar fără ajutorul unui telescop, chinezii au

---

[4] Peter Doig, *A Concise History of Astronomy* (Londra, 1950), pp. 115–116.

[5] Rudolph Wolf, *Geschichte der Astronomie* (München, 1877), pp. 513–515, 683–693. De notat, îndeosebi cât de greu îi vine lui Wolf să explice aceste descoperiri ca o consecință a legii lui Bode.

înregistrat sistematic apariţia petelor pe soare, cu secole înainte ca ele să fie remarcate de Galilei şi contemporanii săi[6]. Dar petele pe soare sau noile stele nu au fost singurele exemple de schimbare produsă pe cerul astronomiei europene imediat după Copernic. Folosind instrumente tradiţionale, unele nu mai complicate decât o bucată de sfoară, astronomii din ultimele decenii ale secolului al şaisprezecelea au stabilit, în repetate rânduri, că cometele vagabondează după voie prin spaţiul rezervat până atunci planetelor şi stelelor imuabile[7]. Însăşi uşurinţa şi rapiditatea cu care astronomii au văzut lucruri noi privind la obiecte vechi cu instrumente vechi ne determină să spunem că, după Copernic, astronomii au trăit într-o lume diferită. În orice caz, cercetarea lor reacţiona ca şi cum lucrurile ar fi stat astfel.

Exemplele precedente au fost alese din astronomie întrucât relatările observaţiilor astronomice sunt frecvent redate într-un vocabular conţinând termeni observaţionali relativ puri. Numai în asemenea relatări putem spera să găsim ceva asemănător unui paralelism deplin între observaţiile oamenilor de ştiinţă şi cele ale subiecţilor experimentelor psihologice. Dar nu trebuie să insistăm asupra unui paralelism atât de deplin şi vom avea mult de câştigat relaxând criteriile noastre. Dacă ne putem mulţumi cu înţelesul cotidian al verbului „a vedea“, putem recunoaşte cu uşurinţă că am mai întâlnit multe alte exemple de modificări în percepţia ştiinţifică, însoţind schimbările de paradigme. Înţelesul lărgit al termenilor „percepţie“ şi „a vedea“ va necesita în curând o argument a e explicită, dar mai întâi să ilustrăm aplicarea lui în practică.

Să considerăm din nou două din exemplele noastre anterioare din istoria electricităţii. În cursul secolului al şaptesprezecelea, când cercetarea lor era ghidată de una sau alta dintre teoriile fluidului imaterial, „electricienii“ au văzut de nenumărate ori bucăţele de hârtie ricoşând din — sau căzând de pe — corpurile încărcate electric, care le atrăseseră. Cel puţin aceasta este ceea ce ei spuneau

---

6 Joseph Needham, *Science and Civilization in China*, III (Cambridge 1959), pp. 423–429, 434–436.

7 T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), pp. 206–209.

că văzuseră şi nu avem mai multe motive să ne îndoim de relatările lor observaţionale decât de ale noastre. Pus în faţa aceleiaşi situaţii, un observator modern ar vedea aici respingerea electrostatică (mai degrabă decât un recul mecanic sau gravitaţional), dar, istoric şi cu o singură excepţie universal ignorată, respingerea electrostatică nu a fost văzută ca atare până când aparatul lui Hauksbee nu i-a amplificat substanţial efectele. Respingerea după electrizarea prin contact era însă numai unul din multele efecte de respingere văzute de Hauksbee. Datorită cercetărilor sale, asemenea unei mutaţii de *gestalt*, respingerea a devenit deodată manifestarea *fundamentală* a electricităţii, rămânând ca atracţia să fie cea care trebuia explicată[8]. Fenomenele electrice vizibile la începutul secolului al optsprezecelea erau nu numai mai subtile, dar şi mai variate decât cele văzute de cercetători în secolul precedent. La fel, după asimilarea paradigmei lui Franklin, privind la o butelie de Leyda, cercetătorul vedea ceva diferit de ceea ce a văzut înainte. Aparatul devenise un condensator, pentru care forma de butelie sau sticlă nu mai erau necesare. În schimb, cele două straturi conducătoare (dintre care unul nu făcuse parte din aparatul iniţial) au căpătat o importanţă deosebită. Aşa cum atestă, treptat, discuţiile scrise şi reprezentările grafice, două plăci metalice cu un nonconductor între ele deveniseră prototipul genului[9]. În acelaşi timp, alte efecte inductive erau descrise într-un mod nou, iar altele erau observate pentru prima oară.

Modificări asemănătoare întâlnim nu numai în astronomie şi electricitate. Am remarcat câteva transformări similare ale modului de a vedea, extrase din istoria chimiei. Spuneam că Lavoisier a văzut oxigen acolo unde Priestley văzuse aer deflogisticat şi unde alţii nu văzuseră nimic. Dar învăţând să vadă oxigen, Lavoisier a trebuit de asemenea să-şi schimbe concepţia despre multe alte substanţe mai familiare. De pildă, a trebuit să vadă un minereu compus acolo unde Priestley şi contemporanii săi văzuseră un

---

8 Duane Roller şi Duane H. D. Roller. *The Development of the Concept of Electric Charge* (Cambridge, Mass., 1954), pp. 21–29.

9 Vezi discuţia din secţiunea VII şi literatura la care se face trimitere acolo în nota 9.

pământ elementar; şi multe altele. În ultimă instanţă, ca urmare a descoperirii oxigenului, Lavoisier a văzut natura în mod diferit. Iar în lipsa vreunui acces direct la acea natură ipotetic imuabilă pe care o „vedea diferit“, principiul economiei ne îndeamnă să spunem că, după descoperirea oxigenului, Lavoisier a lucrat într-o lume diferită.

Voi examina îndată posibilitatea de a evita această formulare ciudată, dar mai întâi vom mai apela la un exemplu de folosire a ei, de astă dată extras dintr-una din cele mai cunoscute părţi ale operei lui Galilei. Din Antichitate încă, majoritatea oamenilor observaseră că un corp greu, atârnat de o sfoară sau un lanţ, oscila dintr-o parte în alta până când ajungea în repaus. Pentru aristotelicieni, care credeau că un corp greu este mişcat de propria sa natură dintr-o poziţie mai înaltă spre una mai joasă, unde atinge starea de repaus natural, un corp oscilând era pur şi simplu un corp căzând cu dificultate. Constrâns de lanţ, corpul putea ajunge în repaus, în punctul său cel mai de jos, numai după o mişcare sinuoasă şi un timp considerabil. Pe de altă parte, privind la un corp oscilând, Galilei vedea un pendul, un corp care reuşea aproape să repete aceeaşi mişcare, mereu şi mereu, *ad infinitum*. Şi văzând toate acestea, Galilei a mai observat şi alte proprietăţi ale pendulului, construind, pe baza lor, multe dintre cele mai semnificative şi originale părţi ale noii sale dinamici. Din proprietăţile pendulului, Galiei a derivat, de pildă, singurele sale argumente complete şi corecte în favoarea independenţei greutăţii şi a vitezei de cădere, ca şi a relaţiei dintre înălţimea verticală şi viteza finală a mişcărilor pe plan înclinat[10]. Toate aceste fenomene naturale el le-a văzut diferit de felul cum au fost văzute înainte.

De ce a apărut această schimbare în modul de a vedea? Fireşte, datorită geniului lui Galilei. Dar să notăm că geniul nu se manifestă aici în observarea mai precisă sau mai obiectivă a corpului care oscilează. Descriptiv, percepţia aristotelică este la fel de precisă. Când Galilei a anunţat că perioada pendulului este independentă de amplitudine, pentru amplitudini de 90^0, concepţia sa despre

---

[10] Galileo Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, trad. H. Crew şi A. de Salvio (Evanston, III, 1946), pp. 80–81, 162–166.

pendul l-a făcut să vadă aici o mult mai mare regularitate decât putem descoperi noi acum[11]. Mai degrabă, aici pare să fi fost implicată exploatarea de către geniu a posibilităţilor perceptuale disponibile în urma schimbării unei paradigme medievale. Galilei nu a fost întru totul educat ca un aristotelician. Dimpotrivă, el a fost pregătit să analizeze mişcarea în termenii teoriei impulsului (*impetus*), o paradigmă medievală târzie care susţinea că mişcarea continuă a unui corp greu se datorează unei puteri interne, sădite în el de cel care l-a pus iniţial în mişcare. Jean Buridan şi Nicole d'Oresme, scolasticii secolului al patrusprezecelea care au dat teoriei impulsului cele mai perfecte formulări, sunt primii oameni despre care se ştie că au văzut în mişcarea oscilatorie tot ceea ce a văzut şi Galilei. Buridan descrie oscilaţia unei corzi vibrante ca fiind mişcarea imprimată iniţial de un impuls cauzat de lovirea corzii; impulsul se pierde imediat, mişcând coarda împotriva rezistenţei tensiunii sale; tensiunea duce apoi coarda înapoi, imprimându-i un impuls sporit până când este atinsă jumătatea distanţei; după aceea impulsul deplasează coarda în direcţia opusă din nou împotriva tensiunii ei şi aşa mai departe, într-un proces simetric care poate continua indefinit. Mai târziu, în cursul aceluiaşi secol, d'Oresme avea să schiţeze o analiză similară a unei pietre în oscilaţie în cadrul a ceea ce ne apare acum ca fiind prima tratare a pendulului[12]. Concepţia sa este neîndoielnic foarte apropiată de cea cu care Galilei a abordat, pentru prima oară, pendulul. Cel puţin în cazul lui d'Oresme, şi aproape sigur în cel al lui Galilei, era vorba de o concepţie care a devenit posibilă prin tranziţia de la paradigma aristotelică iniţială la cea scolastică a mişcării prin impuls. Până la inventarea acelei paradigme scolastice, pentru omul de ştiinţă nu existau pendule, ci numai corpuri în oscilaţie. Pendulele au căpătat existenţă prin ceva foarte asemănător unei transformări de *gestalt* induse-de-paradigmă.

Trebuie oare, într-adevăr, să concretizăm ceea ce îl separă pe Galilei de Aristotel, sau pe Lavoisier de Priestley, ca fiind o

---

[11] *Ibidem*, pp. 91–94, 244.

[12] M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison Wis., 1959), pp. 537–538, 570.

transformare de viziune? Au văzut într-adevăr aceşti oameni lucruri diferite privind la aceleaşi obiecte? Există vreun sens în care putem spune în mod legitim că îşi întreprindeau cercetările în lumi diferite? Sunt probleme care nu mai pot fi amânate, pentru că există în mod evident un alt mod, mult mai uzual, de a descrie exemplele istorice schițate mai sus. Mulți cititori vor prefera desigur să spună că ceea ce se schimbă odată cu o paradigmă este numai interpretarea dată de omul de ştiință observațiilor, care ele însele sunt fixate o dată pentru totdeauna prin natura mediului înconjurător şi a aparatului perceptual. Potrivit acestei concepții, atât Lavoisier cât şi Priesley au văzut oxigen, dar şi-au interpretat diferit observațiile; atât Aristotel cât şi Galilei au văzut pendule, deosebindu-se însă în interpretările date celor văzute.

Voi spune de la bun început că această concepție foarte obişnuită despre ceea ce se întâmplă când oamenii de ştiință îşi schimbă părerile în probleme fundamentale nu poate fi întru totul eronată, după cum nu poate fi nici o simplă greşeală. Mai curând, este o parte esențială a unei paradigme filozofice inițiate de Descartes şi dezvoltată în aceeaşi vreme cu dinamica newtoniană. Această paradigmă a slujit la fel de bine ştiinței cât şi filozofiei. Exploatarea ei, ca şi a dinamicii înseşi, a avut ca rezultat o înțelegere fundamentală la care nu s-ar fi ajuns, poate, pe o altă cale. Dar aşa cum arată şi exemplul dinamicii newtoniene, chiar şi cel mai uluitor succes din trecut nu oferă nici o garanție că criza poate fi amânată la infinit. Cercetările de astăzi în domenii ale filozofiei, psihologiei, lingvisticii şi chiar ale istoriei artei converg, toate, în a sugera că paradigma tradițională este oarecum eronată. Această nepotrivire este, de asemenea, tot mai puternic evidențiată de studiul istoric al ştiinței care ne preocupă cel mai mult aici.

Nici unul din aceste domenii generatoare de criză nu a produs încă o alternativă viabilă la paradigma epistemologică tradițională, dar ele încep să contureze unele din caracteristicile acestei alternative. Sunt, de pildă, perfect conştient de dificultățile care apar atunci când afirmăm că, privind la corpuri în oscilație, Aristotel vede o cădere forțată iar Galilei un pendul. Aceleaşi dificultăți sunt expuse într-o formă şi mai critică de primele fraze ale acestei secțiuni: deşi lumea nu se schimbă odată cu o schimbare de

paradigmă, după aceea omul de știință lucrează într-o lume diferită. Totuși, sunt convins că trebuie să învățăm să dăm un sens unor asemenea afirmații. Ceea ce se întâmplă într-o revoluție științifică nu poate fi redus în întregime la o reinterpretare a unor date individuale și stabile. În primul rând, datele nu sunt absolut stabile. Un pendul nu este o piatră în cădere, tot așa cum oxigenul nu este aer deflogisticat. Prin urmare, datele pe care oamenii de știință le culeg din aceste obiecte diverse sunt, cum vom vedea imediat, ele însele diferite. Mai important este faptul că procesul prin care individul sau comunitatea face trecerea de la căderea forțată la pendul sau de la aerul deflogisticat la oxigen nu seamănă cu ceea ce se numește o interpretare. Și cum ar putea să semene în lipsa datelor stabile pe care să le interpreteze omul de știință? Omul de știință care adoptă o nouă paradigmă este mai curând un om care poartă lentile inversante decât un om care interpretează. Aflat în fața aceleiași constelații de obiecte ca și mai înainte și conștient de acest lucru, omul de știință le găsește totuși profund modificate în multe din detaliile lor.

Nici una din aceste remarci nu are menirea să indice că oamenii de știință nu interpretează în mod obișnuit observații și date. Dimpotrivă, Galilei a interpretat observațiile asupra pendulului, Aristotel — observațiile asupra corpurilor în cădere, Musschenbroek — observațiile asupra unei sticle încărcate electric, iar Franklin — observațiile asupra condensatorului. Dar fiecare din aceste interpretări presupunea o paradigmă. Ele erau părți ale științei normale, o întreprindere care, cum am văzut, vizează să perfecționeze, să extindă și să articuleze o paradigmă deja existentă. Secțiunea a III-a ne-a oferit multe exemple în care interpretarea juca un rol central. Acele exemple sunt tipice pentru majoritatea covârșitoare a cercetărilor științifice. În fiecare din ele, în virtutea unei paradigme acceptate, omul de știință știa ce era un fapt, ce instrumente puteau fi folosite pentru a-l reconstitui și ce concepte erau relevante pentru interpretarea sa. Fiind dată o paradigmă, interpretarea datelor este esențială pentru explorarea lor.

Dar această întreprindere interpretativă poate numai să articuleze, nu și să corecteze o paradigmă. Paradigmele nu sunt nicidecum corigibile de către știința normală. În schimb, cum am

putut vedea, ştiinţa normală duce în ultimă instanţă la recunoaşterea anomaliilor şi la criză. Iar acestea iau sfârşit nu prin deliberare şi interpretare, ci printr-un eveniment relativ brusc şi nestructurat, asemănător unei transformări de *gestalt*. În astfel de cazuri, oamenii de ştiinţă pomenesc adesea de „un văl care se ridică de pe ochi" sau de o „străfulgerare" care „luminează" un *puzzle* până atunci obscur, îngăduind componentelor sale să fie văzute într-un chip nou care, pentru prima oară, permite rezolvarea sa. În alte ocazii, iluminarea relevantă vine în somn[13]. Nici un sens obişnuit al termenului „interpretare" nu corespunde acestor sclipiri de intuiţie prin care se naşte o nouă paradigmă. Deşi aceste intuiţii depind de experienţă, atât de cea neobişnuită cât şi de cea uzuală, câştigată cu vechea paradigmă, ele nu sunt logic sau fragmentar legate de elemente particulare ale acelei experienţe, cum se întâmplă în cazul interpretării. Dimpotrivă, ele concentrează largi porţiuni ale experienţei, pe care le transformă într-un flux experienţial diferit, corelat apoi fragmentar noii paradigme, dar nu şi celei vechi.

Pentru a afla mai multe despre ceea ce pot fi diferenţele în experienţă, să ne reîntoarcem, pentru moment, la Aristotel, Galilei şi la pendul. Ce date devin accesibile fiecăruia din ei prin interacţiunea dintre paradigmele lor diferite şi acelaşi mediu înconjurător? Observând căderea forţată, aristotelicienii vor măsura (sau cel puţin discuta, căci aristotelicienii nu prea măsurau) greutatea pietrei, înălţimea verticală la care a fost ridicată şi timpul necesar pentru a ajunge în repaus. Împreună cu rezistenţa mediului, acestea erau categoriile conceptuale pe care le folosea ştiinţa aristotelică, atunci când avea de-a face cu un corp în cădere[14]. Cercetarea normală ghidată de ele nu ar fi putut produce legile pe care le-a descoperit Galilei. Ea ar fi putut numai, ceea ce a şi

---

[13] Jacques Hadamard, *Subconscient, intuition et logique dans la recherche scientifique* (Conférence faite au Palais de la Découverte le 8 Décembre 1945 [Alençon, n. d.]), pp. 7–8. O expunere mai cuprinzătoare, deşi exclusiv restrânsă la inovaţia matematică, este lucrarea aceluiaşi autor, *The Psychology of Invention in the Mathematical Field* (Princeton, 1949).

[14] T. S. Kuhn, „A Function for Thought Experiments", în *Mélanges Alexandre Koyré*, ed. R. Taton şi I. B. Cohen, Hermann (Paris, 1963).

făcut pe o altă cale, să ducă la o serie de crize, din care a apărut concepţia lui Galilei despre pendul. Ca rezultat al acelor crize şi al altor mutaţii intelectuale, Galilei a văzut oscilaţia corpurilor cu totul diferit. Cercetările lui Arhimede asupra corpurilor plutitoare au făcut mediul neesenţial; teoria impulsului a dat mişcării simetrie şi durată; iar neoplatonismul a îndreptat atenţia lui Galilei către forma circulară a mişcării[15]. El a măsurat, aşadar, numai greutatea, raza, deplasarea unghiulară şi timpul unei pendulări — adică, tocmai datele care puteau fi interpretate pentru a da legile galileene ale pendulului. În aceste condiţii, interpretarea s-a dovedit a fi aproape inutilă. Date fiind paradigmele lui Galilei, regularităţile de tipul pendulului erau aproape accesibile simplei observaţii. Cum am putea altfel explica descoperirea lui Galilei că perioada pendulului este întru totul independentă de amplitudine, o descoperire pe care ştiinţa normală provenită de la Galilei a trebuit s-o înlăture şi pe care astăzi n-o putem argumenta. Regularităţile care nu ar fi putut exista pentru un aristotelician (şi care, de fapt, nu sunt nicăieri întocmai exemplificate de natură) erau consecinţe ale experienţei imediate pentru cel care a văzut un corp oscilând aşa cum l-a văzut Galilei. Poate acest exemplu este prea fantezist, deoarece aristotelicienii n-au înregistrat nici o discuţie asupra oscilaţiei corpurilor. Potrivit paradigmei lor, fenomenul era extraordinar de complex. Dar aristotelicienii au discutat cazul mai simplu, al corpurilor căzând fără să fie supuse unei forţe neobişnuite, şi se observă aceleaşi diferenţe de viziune. Urmărind o piatră în cădere, Aristotel vedea mai degrabă o schimbare de stare decât un proces. Pentru el, măsurile relevante ale unei mişcări erau deci distanţa totală parcursă şi timpul total scurs — parametrii care dau ceea ce numim astăzi nu viteză ci viteză medie[16]. La fel, întrucât piatra era împinsă de natura ei să-şi atingă punctul final de repaus, Aristotel vedea parametrul distanţei relevante, în orice moment din timpul mişcării, mai degrabă ca distanţa *până la* punctul final

[15] A. Koyré, *Études Galilléennes* (Paris, 1939), I, pp. 46–51; şi „Galileo and Plato“, Journal of the History of Ideas, IV (1943), pp. 400–428.

[16] Kuhn, *op.* cit.

de repaus decât *de la* originea mişcării[17]. Aceşti parametri conceptuali fundamentează şi dau sens majorităţii bine cunoscutelor sale „legi de mişcare". În parte însă, datorită paradigmei impulsului şi, în parte, datorită unei doctrine a aşa-numitei latitudini a formelor, critica scolastică a schimbat acest mod de a concepe mişcarea. O piatră mişcată de impuls câştigă tot mai mult impuls pe măsură ce se îndepărtează de punctul ei de plecare; aşadar mai degrabă distanţa *de la* decât distanţa *până la* devine parametrul relevant. În plus, noţiunea aristotelică de viteză a fost „bifurcată" de către scolastici în concepte care, după Galilei, aveau să devină viteza medie şi viteza instantanee. Văzute însă prin paradigma din care făceau parte aceste concepte, piatra în cădere ca şi pendulul îşi expuneau aproape la vedere legile ce le guvernează. Galilei nu a fost unul dintre primii care au avansat ideea că corpurile cad într-o mişcare uniform accelerată[18]. El a elaborat principiul acestei mişcări şi al multora din consecinţele lui înainte de a fi făcut experimente cu un plan înclinat. Acest principiu era numai unul dintr-o reţea de noi regularităţi, accesibile geniului dintr-o lume determinată în aceeaşi măsură de natură şi de paradigmele în care fuseseră formaţi Galilei şi contemporanii săi. Trăind în acea lume, Galilei putea totuşi, când voia, să explice de ce Aristotel văzuse ceea ce văzuse. Cu toate acestea, conţinutul imediat al experienţei lui Galilei cu corpurile în cădere nu era acelaşi cu al experienţei lui Aristotel.

Fireşte nu este deloc clar de ce trebuie să acordăm atâta atenţie „experienţei imediate" — caracteristicilor perceptuale într-atât evidenţiate de o paradigmă încât îşi trădează regularităţile aproape la o primă privire. Aceste caracteristici trebuie evident să se schimbe împreună cu aderenţa omului de ştiinţă la o paradigmă sau alta; dar ele sunt departe de a fi ceea ce avem de obicei în minte când ne referim la datele sau experienţele brute de la care se presupune că pleacă cercetarea ştiinţifică. Poate că, fiind fluidă şi instabilă, experienţa imediată ar trebui lăsată deo-

---

[17] Koyré, *Études...*, II, pp. 7–11.

[18] Clagett, op. *cit.* Cap. 4, 6 şi 9.

parte, pentru a discuta în schimb operaţiile şi măsurătorile concrete pe care le efectuează omul de ştiinţă în laboratorul său. Sau poate că analiza ar trebui dusă mai departe de datul nemijlocit. Ea ar putea fi, de pildă, întreprinsă în termenii unui limbaj observaţional neutru — poate unul proiectat să corespundă impresiilor retinei care mediază ceea ce vede omul de ştiinţă. Numai pe una din aceste căi putem spera să regăsim un tărâm în care experienţa să fie din nou stabilă, o dată pentru totdeauna, în care pendulul şi căderea forţată să nu fie percepţii diferite, ci mai degrabă interpretări diferite ale datelor neechivoce furnizate de observarea unui corp în oscilaţie.

Dar este experienţa senzorială fixă şi neutră? Sunt teoriile simple interpretări ale unor anumite date? Punctul de vedere epistemologic care a orientat cel mai adesea, vreme de trei secole, filozofia occidentală reclamă un imediat şi limpede: da! În lipsa unei alternative mature, mi se pare imposibil să renunţăm cu totul la această concepţie. Dar ea nu mai funcţionează efectiv, iar încercările de a-i reda eficacitatea prin introducerea unui limbaj observaţional neutru mi se par acum lipsite de perspective.

Operaţiile şi măsurătorile efectuate de omul de ştiinţă în laborator nu reprezintă „ceea-ce-este-dat“ în experienţă, ci mai curând „ceea-ce-este-adunat-cu-dificultate“. Ele nu sunt ceea ce vede omul de ştiinţă — cel puţin nu înainte ca cercetarea sa să fie foarte înaintată, iar atenţia sa bine concentrată; mai degrabă, ele sunt indici concreţi ai conţinutului unor percepţii mai elementare şi, ca atare, sunt alese şi supuse examenului atent al ştiinţei normale numai pentru că promit o elaborare fructuoasă a paradigmei acceptate. Mult mai evident decât experienţa imediată din care provin în parte, operaţiile şi măsurătorile sunt determinate de paradigmă. Ştiinţa nu efectuează toate operaţiile posibile de laborator. Ea alege în schimb numai pe cele relevante zonei de intersecţie dintre o paradigmă şi experienţa imediată pe care acea paradigmă a determinat-o parţial. În consecinţă, oamenii de ştiinţă cu diferite paradigme se angajează în operaţii de laborator diferite. Măsurătorile de efectuat asupra unui pendul nu sunt relevante şi în cazul căderii forţate. La fel cum operaţiile relevante pentru

elucidarea proprietăţilor oxigenului nu sunt întotdeauna identice cu cele necesare investigării caracteristicilor aerului deflogisticat.

În ceea ce priveşte un limbaj observaţional pur, nu este exclus să poată fi creat unul. Dar, la trei secole după Descartes, speranţa noastră într-o asemenea posibilitate depinde încă exclusiv de o teorie a percepţiei şi intelectului. Iar experimentele psihologice moderne creează cu repeziciune o abundenţă de fenomene cărora o asemenea teorie cu greu le mai poate face faţă. Experimentul cu raţa şi iepurele arată că doi oameni, cu aceleaşi impresii retinale, pot vedea lucruri diferite; experimentul cu lentilele inversante arată că doi oameni, cu impresii retinale diferite, pot vedea acelaşi lucru. Psihologia furnizează nenumărate alte dovezi în acest sens, iar îndoielile pe care acestea le generează sunt confirmate de istoria încercărilor de a evidenţia un limbaj real al observaţiilor. Nici o încercare curentă în această direcţie nu a reuşit până acum să se apropie de un limbaj general aplicabil al percepţiilor pure. Iar încercările cele mai reuşite au o caracteristică comună care confirmă cu pregnanţă câteva din principalele teze ale acestui eseu. De la bun început, ele presupun o paradigmă, preluată fie dintr-o teorie ştiinţifică curentă, fie dintr-o porţiune a discursului cotidian, din care încearcă apoi să elimine toţi termenii nonlogici şi nonperceptuali. În câteva zone de discurs, aceste încercări au mers foarte departe, obţinându-se rezultate fascinante. Nu încape nici o îndoială că asemenea eforturi merită să fie continuate. Dar ele au ca rezultat un limbaj care — asemenea celor folosite în ştiinţă — încorporează o mulţime de aşteptări despre natură şi care nu mai poate funcţiona în momentul în care aceste aşteptări sunt înşelate. Nelson Goodman subliniază tocmai acest aspect când enunţă scopul cărţii sale *The Structure of Appearance*: „Din fericire nu este vorba de nimic altceva [decât de fenomene cunoscute că există]; căci ideea de cazuri «posibile», de cazuri care nu există dar ar fi putut exista, este departe de a fi clară“[19]. Nici un limbaj

---

19 N. Goodman, *The Structure of Appearance* (Cambridge, Mass., 1951), pp. 4–5. Pasajul merită citat mai pe larg: „Dacă acei şi numai acei locuitori din Wilmington care în 1947 cântăresc între 175 şi 180 de pfunzi au părul roşu, atunci expresiile «locuitorul cu părul roşu din Wilmington în 1947»

astfel limitat la descrierea unei lumi integral cunoscute dinainte nu poate produce simple descrieri neutre şi obiective ale „datului". Investigaţia filozofică nu ne-a dat încă nici cea mai mică idee de cum va arăta un limbaj capabil de asemenea performanţe.

În aceste condiţii, putem cel puţin bănui că oamenii de ştiinţă au dreptate, în principiu ca şi în practică, atunci când tratează oxigenul şi pendulele (şi poate, de asemenea, atomii şi electronii) ca părţi constitutive fundamentale ale experienţei lor imediate. Ca rezultat al experienţei rasei, culturii şi, în sfârşit, al profesiunii, experienţă încorporată-în-paradigme, lumea omului de ştiinţă a ajuns să fie populată cu planete şi pendule, condensatori şi minereuri compuse precum şi cu alte asemenea entităţi. Comparate cu aceste obiecte ale percepţiei, atât citirea măsurătorilor cât şi impresiile retinale sunt constructe elaborate la care experienţa are acces direct numai când omul de ştiinţă, din raţiuni particulare ale cercetării, facilitează acest proces. Nu înseamnă că pendulele, de pildă, ar fi singurele obiecte pe care le poate vedea omul de ştiinţă când priveşte la un corp în oscilaţie. (Am notat deja că membrii unei alte comunităţi ştiinţifice pot vedea, în acest caz, o cădere forţată.) Dar omul de ştiinţă care priveşte la un corp ce oscilează nu poate avea nici o experienţă care să fie, în principiu, mai elementară decât imaginea unui pendul. Alternativa nu este o viziune ipotetică „fixă", ci o viziune printr-o altă paradigmă, în care corpul în oscilaţie este altceva.

Toate acestea pot părea mai rezonabile dacă ne reamintim că nici oamenii de ştiinţă nici profanii nu învaţă să vadă lumea fragmentar sau bucată cu bucată. Exceptând cazul în care toate categoriile conceptuale şi instrumentale sunt pregătite dinainte — de pildă, pentru a descoperi un nou element transuranian sau pentru

---

şi «locuitorul din Wilmington în 1947 cântărind între 175 şi 180 de pfunzi» pot fi alăturate într-o definiţie construcţională... Întrebarea dacă ar fi putut exista cineva căruia să i se aplice unul dar nu şi celălalt dintre aceste predicate nu are nici un sens... de îndată ce am stabilit că nu există o asemenea persoană... Din fericire, nu este vorba de nimic altceva, căci noţiunea de cazuri «posibile», de cazuri care nu există dar ar fi putut să existe, este departe de a fi clară."

a zări o casă nouă — atât oamenii de ştiinţă cât şi profanii desprind porţiuni întregi din fluxul experienţei lor. Copilul care transferă cuvântul „mamă“ de la toţi oamenii la toate femeile şi apoi la mama sa nu învaţă numai ce înseamnă „mamă“ sau cine este mama sa. În acelaşi timp, el învaţă unele din diferenţele dintre bărbaţi şi femei, ca şi ceva despre felul în care numai o singură femeie din toate se va comporta faţă de el. Reacţiile, aşteptările şi convingerile sale — de fapt, o mare parte din lumea pe care o percepe — se vor schimba în mod corespunzător. În acelaşi sens, copernicanii care negau Soarelui denumirea sa tradiţională de „planetă“ nu învăţau numai ce înseamnă „planetă“ sau ce este Soarele. Ei modificau semnificaţia „planetei“ astfel încât acest termen să poată continua să facă distincţii utile într-un univers în care toate corpurile cereşti, nu numai Soarele, erau văzute diferit de cum fuseseră văzute înainte. Aceeaşi caracterizare poate fi aplicată oricăruia dintre exemplele noastre anterioare. A vedea oxigen în loc de aer deflogisticat, condensator în loc de butelie de Leyda, sau pendul în loc de cădere forţată a fost numai o parte a unei mutaţii integrale produse în viziunea omului de ştiinţă despre numeroase fenomene chimice, electrice sau dinamice înrudite. Paradigmele determină, în acelaşi timp, vaste arii de experienţă.

Totuşi numai după ce experienţa a fost astfel determinată, poate începe căutarea unei definiţii operaţionale sau a unui limbaj observaţional pur. Oamenii de ştiinţă sau filozoful, care se întreabă ce măsurători sau impresii retiniene fac ca pendulul să fie ceea ce este, trebuie să fie deja în stare să recunoască un pendul când îl vede. Dacă vedea în loc de pendul căderea forţată, întrebarea sa nu putea fi nici măcar pusă. Iar dacă vedea un pendul dar în acelaşi fel în care vedea un diapazon sau un cântar oscilând, întrebarea sa nu putea primi un răspuns. Sau, cel puţin nu putea primi acelaşi răspuns, întrucât nu ar fi fost aceeaşi întrebare. Aşadar, deşi sunt întotdeauna legitime iar, uneori, extrem de fructuoase, întrebările despre impresiile retiniene sau despre consecinţele unor anumite operaţii de laborator presupun o lume clasificată deja perceptual şi conceptual într-un anumit fel. Într-un sens, astfel de întrebări sunt părţi ale ştiinţei normale pentru că depind de existenţa

unei paradigme şi primesc diferite răspunsuri ca urmare a schimbării paradigmei.

Pentru a încheia această secțiune, să lăsăm la o parte impresiile retiniene şi să ne concentrăm din nou atenția asupra operațiilor de laborator care îi furnizează omului de ştiință indicii concrete, deşi fragmentare, a ceea ce a văzut deja. Am mai notat, de câteva ori, una din căile prin care asemenea operații de laborator se modifică odată cu paradigmele. După o revoluție ştiințifică, multe măsurători şi operații vechi devin irelevante şi sunt înlocuite cu altele. Un chimist nu aplică aceleaşi teste oxigenului ca şi aerului deflogisticat. Dar asemenea schimbări nu sunt niciodată totale. Orice ar putea vedea atunci, omul de ştiință priveşte totuşi, după o revoluție, la aceeaşi lume. Apoi, deşi putea să le fi folosit diferit înainte, o bună parte din limbajul său şi majoritatea instrumentelor sale de laborator sunt încă aceleaşi ca şi mai înainte. În consecință, ştiința postrevoluționară cuprinde invariabil multe din aceleaşi operații, efectuate cu aceleaşi instrumente şi descrise în aceiaşi termeni ca şi predecesoarea ei prerevoluționară. Dacă totuşi aceste operații durabile s-au schimbat în cele din urmă, schimbarea trebuie să rezide fie în relația lor față de paradigmă, fie în rezultatele lor concrete. Voi sugera acum, prin introducerea unui ultim nou exemplu, că întâlnim ambele aceste tipuri de schimbări. Examinând opera lui Dalton şi a contemporanilor săi, vom descoperi că una şi aceeaşi operație, aplicată naturii printr-o paradigmă diferită, poate deveni un indiciu al unui aspect cu totul diferit al regularității naturii. În plus, vom vedea că uneori vechea operație, în noul ei rol, va duce la rezultate concrete diferite.

O bună parte din secolele al optsprezecelea şi al nouăsprezecelea, aproape toți chimiştii europeni au crezut că atomii elementari, din care erau compuse toate speciile chimice, sunt uniți prin forțe de afinitate mutuală. Astfel, o bucată de argint îşi menținea coeziunea datorită forțelor de afinitate dintre particulele de argint (până după Lavoisier se credea că aceste particule erau ele însele compuse din particule şi mai elementare). Potrivit aceleiaşi teorii, argintul se dizolva în acid (sau sarea în apă) pentru că particulele de acid le atrăgeau pe cele de argint (sau particulele de apă pe cele de sare) mai puternic decât se atrăgeau între ele

particulele acestor solvenţi. De asemenea, cuprul se dizolva într-o soluţie de argint şi precipita argintul pentru că afinitatea acidului pentru cupru era mai mare decât cea pentru argint. Multe alte fenomene erau explicate în acelaşi fel. În secolul al optsprezecelea, teoria afinităţii elective era o paradigmă chimică admirabilă, larg şi uneori fructuos aplicată în proiectarea şi analiza experimentelor chimice[20].

Dar teoria afinităţii trasa o linie de demarcaţie care separa amestecurile fizice de compuşi chimici într-un mod care a devenit neobişnuit după asimilarea ideilor lui Dalton. Chimiştii secolului al optsprezecelea recunoşteau două feluri de procese. Când amestecul producea căldură, lumină, efervescenţă sau ceva asemănător, se credea că a avut loc combinarea chimică. Dacă, pe de altă parte, particulele din amestec puteau fi distinse cu ochiul sau separate mecanic, se credea că avusese loc numai un amestec fizic. Dar într-un foarte mare număr de cazuri intermediare — sare în apă, aliaje, sticlă, oxigen în atmosferă şi altele — aceste criterii primitive nu erau de prea mult folos. Ghidaţi de paradigma lor, cei mai mulţi dintre chimişti concepeau această zonă intermediară ca fiind chimică, deoarece procesele ei constitutive erau, toate, guvernate de aceleaşi forţe. Sarea în apă sau oxigenul în azot erau în aceeaşi măsură exemple de combinaţii chimice ca şi combinaţia produsă prin oxidarea cuprului. Argumentele în sprijinul conceperii soluţiilor ca compuşi erau foarte puternice. Însăşi teoria afinităţii era bine confirmată. În plus, formarea unui compus explica omogenitatea observată la soluţii. De pildă, dacă oxigenul şi azotul erau numai amestecate şi nu combinate în atmosferă, atunci gazul mai greu, oxigenul, trebuia să se lase în jos. Dalton, care considera atmosfera un amestec, nu a reuşit niciodată să explice satisfăcător de ce nu se întâmplă acest fenomen. Asimilarea teoriei sale atomice a creat până la urmă o anomalie acolo unde, înainte, nu fusese nici una[21].

---

[20] H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930), pp. 34–68.

Ibidem, pp. 124–129, 139–148. Pentru Dalton, vezi Leonard K. Nash, The *Atomic-Molecular Theory* („Harvard Case Histories in Experimental Science", Case 4; Cambridge, Mass., 1950), pp. 14 22.

Cineva poate fi tentat să spună că chimiştii care concepeau soluţiile ca compuşi se deosebeau de urmaşii lor numai în privinţa unei definiţii. Într-un sens, s-ar putea să fi fost aşa. Dar acest sens nu este cel care conferă definiţiilor o simplă funcţie convenţională. În secolul al optsprezecelea, amestecurile nu erau întru totul distinse de compuşi prin teste operaţionale şi probabil că nici nu puteau fi. Chiar dacă chimiştii încercau să găsească asemenea teste, ei ar fi căutat criterii care să facă din soluţie un compus. Determinaţia amestec–compus făcea parte din paradigma lor, din modul în care îşi concepeau întregul domeniu de cercetare şi, ca atare, ea era anterioară oricărui test particular de laborator, deşi nu era anterioară ansamblului experienţei acumulate a chimiştilor.

Dar în vreme ce chimia era concepută astfel, fenomenele chimice ilustrau legi diferite de cele apărute odată cu asimilarea noii paradigme a lui Dalton. În particular, în vreme ce soluţiile rămâneau compuşi, nici o cantitate de experienţe chimice nu ar fi putut produce, de la sine, legea proporţiilor fixe sau definite. La sfârşitul secolului al optsprezecelea, se ştia că *unii* compuşi conţineau în mod obişnuit elemente în proporţii fixe de greutate. Pentru unele tipuri de reacţii, chimistul german Richter observase chiar şi alte regularităţi, cuprinse acum în legea echivalenţilor chimici[22]. Dar nici un chimist nu a folosit aceste regularităţi, decât în reţete, şi până aproape de sfârşitul secolului nici unul nu s-a gândit să le generalizeze. Date fiind contraexemplele evidente, precum sticla sau sarea în apă, nu era posibilă nici o generalizare fără abandonarea teoriei afinităţii şi reconceptualizarea graniţelor domeniului chimiei. Această consecinţă a devenit explicită, chiar la sfârşitul secolului, într-o celebră controversă dintre chimiştii francezi Proust şi Berthollet. Primul pretindea că toate reacţiile chimice au loc în proporţii fixe, iar celălalt nega acest lucru. Fiecare a adunat dovezi experimentale impresionante în sprijinul concepţiei sale. Totuşi era vorba inevitabil de un dialog între surzi, controversa lor fiind cu totul neconcludentă. Acolo unde Berthollet vedea un compus care putea varia în proporţie, Proust vedea numai un amestec

---

[22] J. R. Partington, A *Short History of Chemistry* (2d ed.; Londra, 1951), pp. 161–163.

fizic[23]. Nici experimentele, nici o schimbare de convenţie definiţională nu puteau fi relevante în această problemă. Între cei doi chimişti era o neînţelegere la fel de fundamentală precum fusese cea dintre Galilei şi Aristotel.

Aceasta era situaţia în anii în care John Dalton a întreprins cercetările care aveau, în final, să-l ducă la faimoasa sa chimie atomică. Dar până la ultimele stadii ale acestei cercetări, Dalton nu a fost nici chimist nici interesat de chimie. În schimb, el a fost un meteorolog care investiga, pentru sine, problemele fizice ale absorbţiei gazelor de către apă şi a apei de către atmosferă. Datorită pregătirii sale într-o altă specialitate, pe de o parte, şi propriilor sale cercetări în acea specialitate, pe de altă parte, el a abordat aceste probleme cu o paradigmă diferită de cea a chimiştilor contemporani cu el. În particular, el a văzut în amestecul gazelor sau în absorbţia unui gaz în apă un proces fizic, în care forţele de afinitate nu joacă nici un rol. Pentru el, deci, omogenitatea observată în cazul soluţiilor era o problemă, dar o problemă pe care credea că o poate rezolva dacă putea determina mărimile şi greutăţile relative ale diferitelor particule atomice din amestecurile sale experimentale. Pentru a determina aceste mărimi şi greutăţi, Dalton şi-a îndreptat până la urmă atenţia spre chimie, presupunând de la început că, în domeniul restrâns al reacţiilor pe care le considera chimice, atomii se puteau combina numai unul câte unul într-un alt raport simplu de numere întregi[24]. Această ipoteză firească i-a permis să determine mărimile şi greutăţile particulelor elementare, dar totodată ea a transformat legea proporţiilor constante într-o tautologie. Pentru Dalton, orice reacţie în care ingredienţii nu intrau într-o proporţie fixă nu era, *ipso facto*, un proces pur chimic. O lege pe care experimentele nu ar fi putut-o stabili înainte de cercetările lui Dalton a devenit, de îndată ce aceste cercetări au fost acceptate, un principiu constitutiv pe care nu l-ar

---

[23] A. N. Meldrum, „The Development of the Atomic Theory“: (1) Berthollet's Doctrine of Variable Proportions“, *Manchester Memoirs*, LIV (1910), pp. 1–16.

[24] L. K. Nash, „The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory“, *Isis*, XLVII (1956), pp. 101–116.

fi putut infirma nici o serie izolată de măsurători chimice. Ca urmare a ceea ce este poate cel mai complet exemplu al nostru de revoluţie ştiinţifică, aceleaşi operaţii chimice s-au raportat la generalizări chimice într-un mod cu totul diferit de cel cunoscut înainte.

Este inutil să mai spunem că concluziile lui Dalton au fost puternic atacate când au fost prezentate pentru prima oară. Berthollet, în particular, nu a fost niciodată convins; considerând natura problemei, nici nu trebuia să fi fost. Dar pentru majoritatea chimiştilor, noua paradigmă a lui Dalton s-a dovedit convingătoare acolo unde cea a lui Proust nu fusese, căci ea avea implicaţii mult mai vaste şi mai importante decât un nou criteriu de a distinge între un amestec şi un compus. Dacă, de pildă, atomii s-ar putea combina chimic numai în raporturi simple de numere întregi, atunci o reexaminare a datelor chimice existente ar dezvălui exemple de proporţii, şi multiple şi fixe. Chimiştii au încetat să mai scrie că cei doi oxizi de, să zicem, carbon conţineau 56 la sută şi respectiv 72 la sută oxigen în greutate; în schimb, ei scriau că o greutate de carbon se va combina fie cu 1 la 3 fie cu 2 la 6 greutăţi de oxigen. Când rezultatele vechilor operaţii erau înregistrate în acest fel, sărea în ochi un raport de 2 la 1; şi aceasta s-a întâmplat cu analiza multor reacţii bine cunoscute şi a altora noi. În plus, paradigma lui Dalton a permis asimilarea operei lui Richter şi înţelegerea ei deplină. De asemenea, ea a sugerat noi experimente, îndeosebi cele ale lui Gay-Lussac asupra combinării volumelor, iar acestea au dezvăluit alte regularităţi pe care chimiştii nu şi le imaginaseră înainte. Chimiştii nu au luat de la Dalton noi legi experimentale, ci un nou mod de a practica chimia (pe care el însuşi îl numea „noul sistem al filozofiei chimice"), care s-a dovedit într-atât de repede fructuos încât numai puţini dintre chimiştii mai bătrâni din Franţa şi Anglia au putut să-i reziste[25]. Ca urmare, chimiştii au ajuns să trăiască într-o lume în care reacţiile se comportau cu totul diferit faţă de cum o făcuseră înainte.

---

[25] A. N. Meldrum, "The Development of the Atomic Theory" (6) "The Reception Accorded to the Theory Advocated by Dalton", *Manchester Memoirs*, LV, (1911), pp. 1–10.

În timp ce se desfăşura acest proces, s-a întâmplat o altă schimbare tipică şi foarte importantă. Ici şi colo, înseşi datele numerice ale chimiei au început să se modifice. Când Dalton a cercetat pentru prima oară literatura de chimie pentru a-şi sprijini teoria fizică, el a găsit unele date despre reacţii care se potriveau, dar şi altele care nu se potriveau deloc. Propriile măsurători ale lui Proust asupra celor doi acizi de cupru dădeau, de pildă, o proporţie de greutate a oxigenului de 1,47 la 1 mai degrabă decât 2 la 1, cum o cerea teoria atomică; iar Proust era tocmai acela care ar fi trebuit să obţină proporţia lui Dalton[26]. El era, adică, un bun experimentator, iar concepţia sa despre relaţia dintre amestecuri şi compuşi era foarte apropiată de cea a lui Dalton. Dar este greu să confonnezi natura la o paradigmă. Iată de ce *puzzles* ale ştiinţei nonnale sunt atât de solicitante şi, de asemenea, de ce măsurătorile întreprinse fără o paradigmă duc atât de rar la vreo concluzie. Chimiştii nu puteau deci să accepte teoria lui Dalton pe baza probelor, pentru că multe dintre acestea îi erau încă nefavorabile. Dimpotrivă, chiar după acceptarea teoriei, ei au mai trebuit să aducă natura la ordine — un proces care a mai durat aproape o generaţie. Când acesta a luat sfârşit, chiar şi compoziţia procentuală a unor compuşi bine cunoscuţi era diferită. Înseşi datele se schimbaseră. Acesta este ultimul dintre sensurile în care am dori să spunem că, după o revoluţie, oamenii de ştiinţă lucrează într-o lume diferită.

---

26 În privinţa lui Proust, vezi Meldrum, „Berthollet's Doctrine of Variable Proporions", Manchester Memoirs, LIV (1910), 8. Istora detaliată a schimbărilor treptate In măsurarea compoziţiei chimice şi greutăţilor atomice rămâne să fie scrisă, dar Partington, op. *cit.*, oferă numeroase indicii utile.

XI

Invizibilitatea revoluțiilor

Trebuie totuşi să ne întrebăm cum se încheie revoluțiile ştiințifice. Dar înainte de aceasta, pare oportună o ultimă încercare de a ne întări convingerea în existența şi natura lor. Până acum, am încercat să evidențiez revoluțiile prin ilustrare — şi exemplele ar putea fi multiplicate *ad nauseam*. Dar, evident, cele mai multe dintre ele — deliberat alese pentru familiaritatea lor — au fost în mod obişnuit concepute nu ca revoluții ci ca adaosuri la cunoaşterea ştiințifică. Această concepție s-ar putea la fel de bine aplica oricăror alte exemple — fără prea multe rezultate, probabil. Cred că există cauze serioase pentru care revoluțiile s-au dovedit într-atât de invizibile. Atât oamenii de ştiință cât şi nespecialiştii preiau o bună parte din imaginea pe care o au despre activitatea ştiințifică creatoare dintr-o sursă de autoritate, care ascunde sistematic (în parte, din motive funcționale importante) existența şi semnificația revoluțiilor ştiințifice. Numai când natura acestei autorități este recunoscută şi analizată, putem spera că exemplele istorice vor deveni pe deplin relevante. De altfel — deşi această idee poate fi amplu dezvoltată numai în secțiunea finală — analiza care se impune acum va începe să dezvăluie unul din aspectele muncii ştiințifice care o distinge foarte clar de orice altă activitate creatoare, cu excepția, poate, a teologiei.

Ca sursă de autoritate, am în vedere îndeosebi manualele de ştiință, împreună cu lucrările de popularizare şi cele filozofice modelate după primele. Toate aceste trei categorii — până recent nu existau alte surse semnificative de informație despre ştiință, exceptând practica cercetării — au ceva comun. Ele se adresează unui corp, deja articulat, de probleme, date şi teorie, cel mai adesea unei mulțimi particulare de paradigme față de care este angajată comunitatea ştiințifică în perioada în care ele sunt scrise.

Manualele au ca scop să comunice vocabularul şi sintaxa unui limbaj ştiinţific contemporan. Cărţile de popularizare încearcă să descrie aceleaşi lucruri într-un limbaj mai apropiat de cel cotidian. Iar filozofia ştiinţei, îndeosebi cea anglo-saxonă, analizează structura logică a aceluiaşi corp finit de cunoaştere ştiinţifică. Deşi o tratare mai largă ar trebui să considere neapărat deosebirile foarte reale dintre aceste trei genuri, ceea ce ne interesează îndeosebi aici sunt tocmai asemănările lor. Toate trei înregistrează *rezultatul* stabil al revoluţiilor trecute, evidenţiind astfel bazele tradiţiei curente de ştiinţă normală. Pentru a-şi îndeplini funcţia, ele nu au nevoie să furnizeze informaţii autentice despre modul în care bazele respective au fost mai întâi recunoscute şi apoi adoptate de către comunitatea ştiinţifică. În această privinţă, manualele, cel puţin, au chiar motive întemeiate de a induce sistematic în eroare.

Arătam în secţiunea a II-a că folosirea tot mai largă a manualelor, sau a echivalentelor lor, şi încrederea tot mai mare în ele au însoţit invariabil apariţia unei prime paradigme în orice domeniu al ştiinţei. Ultima secţiune a acestui eseu va argumenta că dominarea unei ştiinţe mature de către asemenea manuale diferenţiază în mod semnificativ modul ei de dezvoltare de cel al altor domenii de activitate. Pentru moment, să admitem doar că, într-o măsură fără precedent în alte domenii, cunoaşterea ştiinţei atât de către nespecialist cât şi de către practician se bazează pe manuale şi pe câteva alte genuri de literatură derivate din ele. Manualele însă, fiind vehicule pedagogice de perpetuare a ştiinţei normale, trebuie rescrise integral sau parţial de câte ori se schimbă limbajul, structura problematicii sau standardele ştiinţei normale. Pe scurt, ele trebuie rescrise după fiecare revoluţie ştiinţifică şi, odată rescrise, ele ascund inevitabil nu numai rolul dar şi existenţa revoluţiilor care le-au produs. Exceptând cazul în care a trăit personal o asemenea revoluţie, simţul istoric al practicianului ştiinţei sau al cititorului nespecialist de manuale nu depăşeşte rezultatul celor mai recente revoluţii din domeniul respectiv.

Aşadar, manualele încep prin a amputa simţul omului de ştiinţă pentru istoria disciplinei sale, spre a-i oferi în schimb un substitut a ceea ce au eliminat. De obicei, manualele de ştiinţă cuprind doar o fărâmă de istorie, fie într-un capitol introductiv, fie, mai frecvent,

într-o puzderie de referiri la marii eroi ai unor epoci trecute. Din asemenea referiri, atât studenţii cât şi profesioniştii ajung să se simtă participanţi la o tradiţie istorică îndelungată. Dar acea tradiţie, derivată din manuale, prin care oamenii de ştiinţă ajung la semnificaţia participării lor, nu a existat de fapt niciodată. Din motive evidente şi foarte funcţionale, manualele de ştiinţă (şi prea multe dintre vechile istorii ale ştiinţei) se referă numai la acea parte a operei oamenilor de ştiinţă din trecut care poate fi lesne concepută ca o contribuţie la prezentarea şi rezolvarea problemelor paradigmatice ale manualelor. În parte prin selecţie şi, în parte, prin denaturare, oamenii de ştiinţă din trecut sunt implicit prezentaţi ca şi cum ar fi lucrat la acelaşi set de probleme fixe şi potrivit aceluiaşi set de canoane fixe pe care cea mai recentă revoluţie în teorie şi în metoda ştiinţifică le-a făcut să pară ştiinţifice. Nu este deci de mirare că manualele şi tradiţia istorică pe care o implică trebuie rescrise după fiecare revoluţie ştiinţifică. După cum nu e de mirare că, pe măsură ce ele sunt rescrise, ştiinţa ajunge să pară din nou eminamente cumulativă.

Oamenii de ştiinţă nu constituie, fireşte, singurul grup care tinde să-şi vadă trecutul disciplinei dezvoltându-se linear în direcţia punctului de vedere actual. Tentaţia de a scrie istoria retrospectivă este omniprezentă şi perenă. Dar oamenii de ştiinţă cedează mai uşor tentaţiei de a rescrie istoria, în parte pentru că rezultatele cercetării ştiinţifice nu indică vreo dependenţă evidentă de contextul istoric al investigaţiei şi în parte pentru că, cu excepţia perioadelor de criză şi revoluţie, poziţia contemporană a omului de ştiinţă pare atât de sigură. Mai multe detalii istorice, privind prezentul ştiinţei sau trecutul ei, sau o mai mare responsabilitate faţă de detaliile istorice prezentate nu ar putea decât să dea un statut artificial idiosincrasiei, erorii şi confuziei omeneşti. De ce să preţuim ceea ce eforturile cele mai nobile şi constante ale ştiinţei ne-au dat posibilitatea să ignorăm? Deprecierea faptului istoric este adânc şi probabil funcţional înrădăcinată în ideologia profesiunii ştiinţifice, acea profesiune care pune cel mai mare preţ pe detalii factuale de altă natură. Whitehead a surprins spiritul anistoric al comunităţii ştiinţifice când scria că: „O ştiinţă care ezită să-şi uite fondatorii este pierdută." Dar el nu avea întru totul dreptate căci ştiinţele,

asemenea altor întreprinderi profesionale, au nevoie de eroii lor și le păstrează numele. Din fericire, în loc de a-și uita eroii, oamenii de știință au fost în stare să le uite operele sau să le revizuiască.

Ceea ce rezultă este o tendință persistentă de a atribui istoriei științei un caracter linear sau cumulativ, o tendință căreia nu-i rezistă nici măcar oamenii de știință care privesc retrospectiv la propriile lor cercetări. De pildă, toate cele trei relatări incompatibile ale lui Dalton asupra dezvoltării atomismului său chimic dau impresia că el era preocupat încă de timpuriu tocmai de acele probleme chimice ale combinării proporțiilor a căror rezolvare i-a adus mai târziu faimă. În realitate, acele probleme par să-i fi venit în minte doar odată cu soluțiile lor și deci când activitatea sa creatoare era aproape încheiată[1]. Ceea ce omit toate relatările lui Dalton sunt efectele revoluționare ale aplicării în chimie a unei serii de probleme și concepte până atunci restrânse la fizică și meteorologie. Este tocmai ceea ce a făcut Dalton și rezultatul a fost o reorientare a domeniului, o reorientare care i-a învățat pe chimiști să pună noi întrebări despre — și să tragă noi concluzii din — vechile date.

La fel, Newton scria că Galilei a descoperit că forța constantă a gravitației produce o mișcare proporțională cu pătratul timpului. De fapt, teorema cinematică a lui Galilei ia această formă când este cuprinsă în matricea propriilor concepte dinamice ale lui Newton. Dar Galilei nu a afirmat nicidecum ceva asemănător. Expunerea sa asupra corpurilor în cădere face rareori aluzie la forțe, cu atât mai puțin la o forță gravitațională constantă care cauzează căderea corpurilor[2]. Atribuindu-i lui Galilei răspunsul la o întrebare pe care paradigma lui Galilei nu o permitea, relatarea lui Newton ascunde efectul unei reformulări limitate dar revoluționare a

---

[1] L. K. Nash, „The Origins of Dalton's Chemical Atomic Theory", *Isis*, XLVII (1956), pp. 101-116.

[2] În legătră cu observația lui Newton, vezi Florian Cajori (ed.), *Sir Isaac Newron's IYathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the "World* (*Berkeley*, Calif., 1946), p. 21. Pasajul trebuie comparat cu expunerea lui Galilei din Dialogues concering To New *Sciences*, trad. H. Grew și A. de Salvio (Evanston, III, 1946), pp. 154–176.

întrebărilor pe care oamenii de ştiinţă le puneau în legătură cu mişcarea, ca şi a răspunsurilor pe care erau dispuşi să le accepte. Dar tocmai acest gen de schimbare în formularea întrebărilor şi răspunsurilor este cel care dă seamă, mai mult decât noile descoperiri empirice, de tranziţia de la dinamica aristotelică la cea a lui Galilei şi de la aceasta din urmă la cea a lui Newton. Ascunzând asemenea schimbări, tendinţa manualelor de a lineariza dezvoltarea ştiinţei nu face decât să mascheze un proces care stă la baza celor mai semnificative episoade ale dezvoltării ştiinţei.

Exemplele anterioare evidenţiază, fiecare în contextul unei singure revoluţii, începuturile unei reconstrucţii a istoriei care este regulat completată de manualele ştiinţifice postrevoluţionare. Dar în această completare este implicată mai mult decât o multiplicare a denaturărilor istorice ilustrate mai sus. Aceste denaturări fac revoluţiile invizibile; aranjarea, în manualele de ştiinţă, a materialului încă vizibil implică un proces care, dacă ar exista, ar nega revoluţiilor orice funcţie. Pentru că urmăreşte să-l familiarizeze, cât mai repede, pe student cu ceea ce comunitatea ştiinţifică contemporană crede că cunoaşte, manualele tratează diferite experimente, concepte, legi şi teorii ale ştiinţei normale curente cât mai separat şi mai serial posibil. Pedagogic, această tehnică de prezentare este inatacabilă. Dar când este combinată cu spiritul în general anistoric al scrierii ştiinţei, ea produce aproape inevitabil impresia puternică că ştiinţa a atins stadiul actual printr-o serie de descoperiri şi invenţii individuale care, luate împreună, constituie edificiul modern al cunoaşterii specializate. După modul de prezentare din manuale, oamenii de ştiinţă au urmărit, de la începuturile întreprinderii ştiinţifice, obiective particulare care sunt încorporate în paradigmele de astăzi. Unul câte unul, într-un proces comparat adeseori cu punerea cărămizilor la o construcţie, oamenii de ştiinţă ar fi urmărit să adauge noi fapte sau concepte, noi legi sau teorii la edificiul de informaţie prezentat în manualul ştiinţific contemporan.

Dar nu acesta este modul în care se dezvoltă ştiinţa. Multe din problemele ştiinţei normale contemporane nu au apărut decât în urma celei mai recente revoluţii ştiinţifice. Foarte puţine dintre ele pot fi regăsite la începuturile istorice ale ştiinţei în care apar

acum. Generaţiile anterioare au cercetat propriile lor probleme cu propriile lor instrumente şi propriile lor canoane pentru rezolvare. Şi nu numai problemele s-au schimbat; s-a transformat, mai degrabă, întreaga reţea de fapte şi teorie pe care paradigma manualului o aplică naturii. Este, de pildă, constanţa compoziţiei chimice un simplu fapt de experienţă pe care chimiştii l-ar fi putut descoperi experimental în oricare din lumile în care practicau? Sau este, mai degrabă, un element — şi încă unul incontestabil — dintr-o nouă structură de fapte şi teorie pe care Dalton a aplicat-o experienţei chimice anterioare, ca întreg, modificând-o în acest proces? Sau, în acelaşi sens, este acceleraţia constantă produsă de o forţă constantă un simplu fapt pe care l-au căutat dintotdeauna cercetătorii dinamicii sau este, mai degrabă, răspunsul la o întrebare care s-a pus prima oară numai în teoria newtoniană şi la care această teorie putea răspunde pe baza informaţiei existente înainte de punerea întrebării?

Aceste întrebări sunt puse aici în legătură cu ceea ce apare în manuale ca prezentare a faptelor fragmentar descoperite. Dar ele au, evident, implicaţii şi cu privire la ceea ce manualele prezintă ca teorii. Aceste teorii, fireşte, „se potrivesc faptelor", dar numai transformând o informaţie prealabil accesibilă în fapte care, potrivit paradigmei precedente, nu existau câtuşi de puţin. Or, aceasta înseamnă că nici teoriile nu se dezvoltă fragmentar pentru a se potrivi faptelor existente dintotdeauna. Mai curând, ele apar împreună cu faptele printr-o reformulare revoluţionară a tradiţiei ştiinţifice precedente, o tradiţie în care relaţia mediată-de-cunoaştere dintre omul de ştiinţă şi natură nu era deloc aceeaşi.

Un ultim exemplu poate clarifica această explicaţie a influenţei prezentărilor din manuale asupra imaginii noastre despre dezvoltarea ştiinţifică. Orice manual elementar de chimie trebuie să trateze conceptul de element chimic. Aproape întotdeauna când este introdus acest concept, originea lui este atribuită chimistului (din secolul al şaptesprezecelea) Robert Boyle, în a cărui carte, *Chimistul sceptic*, cititorul atent va găsi o definiţie a „elementului" foarte apropiată de cea folosită astăzi. Referirea la contribuţia lui Boyle îl ajută pe începător să-şi dea seama că chimia nu a început cu sulfamidele; în plus, el află astfel că una dintre sarcinile

tradiţionale ale omului de ştiinţă este să inventeze concepte de acest gen. Ca o parte a arsenalului pedagogic care îl formează pe omul de ştiinţă, referirea este extrem de eficace. Totuşi, ea ilustrează încă o dată structura greşelilor istorice care îi induc în eroare pe studenţi şi profani deopotrivă în privinţa naturii întreprinderii ştiinţifice.

Potrivit lui Boyle, care avea perfectă dreptate, „definiţia" pe care a dat-o elementului nu era mai mult decât o parafrază a unui concept chimic tradiţional; Boyle a formulat-o numai pentru a argumenta că nu există ceva asemenea unui element chimic; istoric, versiunea din manuale a contribuţiei lui Boyle este cu totul eronată[3]. Eroarea este, fireşte, banală, deşi nu mai mult decât oricare altă denaturare a faptelor. Nu este însă banală impresia despre ştiinţă promovată atunci când o asemenea eroare este mai întâi admisă şi apoi implantată în structura tehnică a manualului. Ca şi „timpul", „energia", „forţa" sau „particula", conceptul de element este genul de ingredient al manualelor care, adeseori, nu este câtuşi de puţin inventat sau descoperit. În particular, filiaţia definiţiei lui Boyle poate fi urmărită apoi cel puţin până la Aristotel şi mai recent, prin Lavoisier, până la manualele moderne. Dar aceasta nu înseamnă că ştiinţa a posedat din Antichitate conceptul modern de element. Definiţiile verbale, ca aceea a lui Boyle, au un conţinut ştiinţific redus când sunt considerate în sine. Ele nu sunt specificări logice depline ale semnificaţiei (dacă există aşa ceva) ci, mai degrabă, auxiliar pedagogice. Conceptele ştiinţifice la care ele se referă dobândesc semnificaţia deplină numai când sunt corelate, într-un manual sau altă prezentare sistematică, altor concepte ştiinţifice, unor proceduri operatorii şi unor aplicaţii ale paradigmei respective. Reiese deci că unele concepte ca acela de element pot fi cu greu inventate în afara unui context. Apoi, dat fiind contextul, ele se cer rareori inventate întrucât sunt deja la îndemână. Atât Boyle cât şi Lavoisier au modificat, în privinţe importante, semnificaţia chimică a „elementului". Dar ei nu au inventat conceptul şi nici măcar nu au schimbat formula verbală care-i servea ca

---

[3] T. S. Kuhn, „Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century", *Isis*, XLIII (1952), pp. 26–29.

definiţie. La fel cum nici Einstein, cum am văzut, nu a trebuit să inventeze sau măcar să redefinească explicit „spaţiul“ şi „timpul“ pentru a le da o nouă semnificaţie în contextul operei sale.

Care a fost atunci funcţia istorică a lui Boyle în acea parte a operei sale care include faimoasa „definiţie“? El a fost conducătorul unei revoluţii ştiinţifice care, schimbând relaţia „elementului“ faţă de operaţiile chimice şi teoria chimică, a transformat noţiunea într-un instrument cu totul diferit de ceea ce fusese înainte, transformând, în acest proces, chimia şi lumea chimistului deopotrivă[4]. Au fost necesare alte revoluţii, inclusiv cea care se concentrează în jurul lui Lavoisier, pentru a da conceptului forma şi funcţia sa modernă. Dar Boyle ilustrează, în mod tipic, atât procesul implicat în fiecare din aceste stadii cât şi ceea ce se întâmplă în acest proces când cunoaşterea existentă este încorporată într-un manual. Mai mult decât oricare alt aspect individual al ştiinţei, această formă pedagogică a determinat imaginea noastră despre natura ştiinţei şi despre rolul descoperirii şi invenţiei în dezvoltarea ei.

---

4 Marie Boas, în cartea ei *Robert Boyle and The Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958), se ocupă în multe locuri de contribuţiile pozitive ale lui Boyle la evoluţia conceptului de element chimic.

XII

Deznodământul revoluțiilor

Manualele pe care tocmai le-am discutat sunt produse numai în urma unei revoluții științifice. Ele constituie bazele unei noi tradiții de știință normală. Examinând problema structurii lor, am scăpat evident din vedere o verigă. Care este procesul prin care un nou candidat la statutul de paradigmă își înlocuiește predecesorul? Orice nouă interpretare a naturii, fie o descoperire sau o teorie, apare mai întâi în mintea unuia sau câtorva indivizi. Ei sunt cei care învață primii să vadă știința și lumea într-o lumină diferită, iar capacitatea lor de a efectua această tranziție este facilitată de două împrejurări pe care nu le întâlnim la majoritatea celorlalți membri ai profesiunii. Invariabil, atenția lor a fost intens concentrată asupra problemelor care au provocat criza; în plus, de obicei, aceștia sunt oameni atât de tineri sau novici în domeniul zguduit de criză încât practica științifică i-a legat mai puțin adânc decât pe majoritatea contemporanilor lor de concepția despre lume și regulile determinate de vechea paradigmă. Cum sunt ei în stare și ce trebuie să facă pentru a converti întreaga comunitate sau subgrupul profesional respectiv la modul lor de a concepe știința și lumea? Ce determină grupul să abandoneze o tradiție de cercetare normală în favoarea alteia?

Pentru a înțelege importanța acestor întrebări, să ne amintim că ele sunt singurele reconstrucții pe care istoricul le poate oferi investigației filozofului asupra testării, verificării sau infirmării teoriilor științifice stabilite. În măsura în care este angajat în știința normală, cercetătorul rezolvă *puzzles* și nu testează paradigme. Deși în cursul căutării soluției unui *puzzle* particular el poate să încerce abordări alternative, respingându-le pe cele care nu duc la rezultatul dorit, cercetătorul nu testează *paradigma* în astfel de situații. Dimpotrivă, el seamănă cu jucătorul de șah care, în fața unei

probleme şi a tablei de joc, încearcă diferite mişcări alternative în căutarea unei soluţii. Aceste eforturi ale jucătorului de şah sau ale omului de ştiinţă îi pun la încercare pe ei şi nicidecum regulile jocului. Ele sunt posibile numai atâta vreme cât paradigma însăşi este admisă. De aceea, testarea paradigmei are loc numai după eşecuri repetate în a rezolva o problemă de seamă care a generat criza. Şi chiar atunci, ea are loc numai după ce sentimentul crizei a generat un alt candidat la statutul de paradigmă. În ştiinţă, situaţia de testare nu constă niciodată, spre deosebire de rezolvarea *puzzles*-urilor, numai în compararea unei singure paradigme cu natura. Dimpotrivă, testarea survine în contextul competiţiei dintre două paradigme rivale pentru cucerirea comunităţii ştiinţifice.

Atent examinată, această formulare dezvăluie paralele neaşteptate şi probabil semnificative cu două dintre cele mai populare teorii filozofice contemporane despre verificare. Puţini filozofi ai ştiinţei mai caută încă criterii absolute de verificare a teoriilor ştiinţifice. Conştienţi de faptul că nici o teorie nu poate fi vreodată supusă tuturor testelor relevante, ei nu se întreabă dacă o teorie a fost verificată, ci mai degrabă se întreabă care este probabilitatea ei în lumina dovezilor disponibile. Pentru a răspunde la această întrebare, o importantă şcoală a trebuit să recurgă la compararea capacităţii diferitelor teorii de a explica evidenţa disponibilă. Această insistenţă asupra comparării teoriilor caracterizează de asemenea situaţia istorică în care este acceptată o nouă teorie. Ea indică, foarte probabil, una din direcţiile în care ar trebui să se îndrepte discuţiile viitoare asupra verificării.

În formele lor cele mai obişnuite, teoriile probabiliste ale verificării recurg însă toate la unul sau altul din limbajele observaţionale pure sau neutre discutate în secţiunea X. O teorie probabilistă cere să comparăm teoria ştiinţifică dată cu toate celelalte pe care le-am putea considera că se potrivesc aceleiaşi colecţii de date observate. O alta reclamă construirea mentală a tuturor testelor care i se pot pretinde teoriei ştiinţifice date să le treacă[1]. Aparent unele din aceste

[1] Pentru un scurt rezumat al principalelor căi spre teoriile probabiliste ale verificării, a se vedea Ernest Nagel, *Principles of the Theory of Probability*, vol. I, No. 6, din *International Encyclopedia of Unified Science*, pp. 60–75.

construcții sunt necesare pentru calcularea probabilităților specifice, absolute sau relative, dar este greu de închipuit cum ar putea fi realizată o astfel de construcție. După cum am arătat, dacă nu poate exista nici un sistem de limbaje sau concepte științific sau empiric neutru, atunci construcția propusă pentru teste și teorii alternative trebuie efectuată dinăuntrul unei tradiții bazate pe o paradigmă. Astfel restrânsă, construcția nu ar mai avea acces la toate experiențele posibile sau la toate teoriile posibile. În consecință, teoriile probabiliste maschează contextul verificării în aceeași măsură în care îl clarifică. Deși acest context, după cum insistă ele, depinde de compararea teoriilor și a unei cantități considerabile de dovezi empirice, teoriile și observațiile în cauză sunt întotdeauna strâns legate de cele deja existente. Verificarea seamănă cu selecția naturală; ea alege cea mai viabilă dintre alternativele reale într-o situație istorică particulară. Dacă această alegere este cea mai bună care putea fi făcută în cazul în care ar fi existat alternative sau în care datele ar fi fost de altă natură — iată o întrebare lipsită de sens. Căci nu există mijloace de a căuta răspunsuri la ea.

O abordare cu totul diferită a acestui ansamblu de probleme a fost elaborată de Karl R. Popper, abordare care neagă existența oricăror procedeuri de verificare[2]. În schimb, el subliniază importanța falsificării, adică a testului care, având un rezultat negativ, implică respingerea unei teorii stabilite. Evident, rolul astfel atribuit falsificării este foarte asemănător celui pe care acest eseu îl atribuie experiențelor anomalice, adică experiențelor care, provocând o criză, pregătesc terenul pentru o nouă teorie. Totuși, experiențele anomalice nu pot fi identificate cu cele falsificatoare. De fapt, mă îndoiesc chiar că acestea din urmă există. Așa cum am subliniat în nenumărate rânduri, nici o teorie nu rezolvă vreodată toate problemele cu care este confruntată la un moment dat; după cum nici soluțiile deja obținute nu sunt decât rareori perfecte. Dimpotrivă, tocmai incompletitudinea și imperfecțiunea corespondenței existente între date și teorie sunt cele care, în orice moment,

---

[2] K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (New York, 1959), mai ales Capitolele I–IV.

definesc multe din acele *puzzles* ce caracterizează ştiinţa normală. Dacă oricare şi fiecare eşec în a obţine o asemenea corespondenţă ar fi un motiv pentru respingerea teoriilor, atunci toate teoriile ar trebui să fie permanent respinse. Pe de altă parte, dacă numai eşecul grav în obţinerea corespondenţei justifică respingerea teoriei, atunci popperienii vor avea nevoie de un criteriu de „improbabilitate" sau de „grad de falsificare". Elaborând un asemenea criteriu, ei se vor lovi aproape sigur de aceeaşi reţea de dificultăţi care i-a copleşit pe partizanii variatelor teorii probabiliste ale verificării.

Multe dintre dificultăţile anterioare pot fi evitate prin recunoaşterea faptului că ambele aceste concepţii dominante şi opuse despre logica subiacentă a investigaţiei ştiinţifice au încercat să comprime la un loc două procese în mare măsură separate. Experienţa anomalică, la Popper, este importantă pentru ştiinţă deoarece recurge la competitori ai unei paradigme existente. Dar falsificarea, deşi are loc neîndoielnic, nu survine odată cu apariţia unei anomalii sau instanţe falsificatoare, sau numai datorită lor. Dimpotrivă, ea constituie un proces ulterior şi separat care ar putea la fel de bine să fie numit verificare, întrucât marchează victoria unei noi paradigme asupra celei vechi. Apoi, compararea probabilistă a teoriilor joacă un rol central tocmai în acest proces unitar de verificare-falsificare. O asemenea formulare în două etape are, cred, avantajul unei plauzibilităţi mari şi poate, de asemenea, să ne ajute să explicăm rolul acordului (sau dezacordului) între fapt şi teorie în procesul de verificare. Pentru istoric, cel puţin, ideea că verificarea stabileşte acordul faptelor cu teoria nu prea are sens. Toate teoriile istorice semnificative au fost în acord cu faptele, dar numai într-o măsură mai mare sau mai mică. Nu există un răspuns mai precis la întrebarea dacă, sau cât de bine, se potriveşte o teorie individuală faptelor. Dar multe întrebări asemănătoare acesteia pot fi puse când teoriile sunt luate în bloc sau chiar două câte două. Are foarte mult sens să ne întrebăm care din două teorii reale şi rivale se potriveşte *mai bine* faptelor. Deşi nici teoria lui Priestley nici cea a lui Lavoisier, de pildă, nu se acordau precis cu observaţiile existente, puţini contemporani au ezitat mai mult de un deceniu în a conchide că teoria lui Lavoisier oferea o mai bună corespondenţă cu observaţiile decât cealaltă.

Dar această formulare face ca sarcina de a alege între paradigme să pară mai uşoară şi mai familiară decât este în realitate. Dacă nu ar exista decât un grup de probleme ştiinţifice, doar o lume în care să operezi cu ele şi numai un grup de criterii pentru rezolvarea lor, atunci competiţia paradigmelor ar putea fi decisă mai mult sau mai puţin rutinier, printr-o metodă ca înregistrarea numărului de probleme soluţionate de fiecare în parte. În realitate însă, aceste condiţii nu sunt niciodată pe deplin satisfăcute. Partizanii paradigmelor rivale vorbesc întotdeauna despre lucruri diferite — cel puţin într-o oarecare măsură. Nici una din părţi nu va admite toate presupoziţiile nonempirice de care cealaltă are nevoie pentru a-şi susţine punctul de vedere. Asemenea lui Proust şi Berthollet, argumentând despre compoziţia compuşilor chimici, ele nu pot să nu vorbească limbi diferite. Deşi fiecare poate spera să o convertească pe cealaltă la modul său de a concepe ştiinţa şi problemele ei, nici una nu poate spera să-şi dovedească dreptatea. Competiţia dintre paradigme nu este genul de luptă care poate fi câştigată prin argumente.

Am văzut până acum câteva din cauzele pentru care adepţii paradigmelor rivale trebuie să eşueze în efortul de a stabili un contact deplin cu fiecare din celelalte puncte de vedere. Aceste cauze au fost descrise ca incomensurabilitate a tradiţiilor de ştiinţă normală pre- şi postrevoluţionară. Să le recapitulăm pe scur. În primul rând, adepţii paradigmelor rivale vor fi adeseori în dezacord în ce priveşte lista de probleme pe care trebuie să le rezolve orice candidat la statutul de paradigmă. Criteriile sau definiţiile lor privitoare la ştiinţă nu sunt aceleaşi. Trebuie ca o teorie a mişcării să explice cauza forţelor de atracţie dintre particulele de materie sau poate doar să consemneze existenţa unor atare forţe? Dinamica lui Newton a fost în mare măsură respinsă deoarece, spre deosebire de teoriile lui Aristotel şi Descartes, implica al doilea răspuns. Când teoria lui Newton a fost acceptată, o întrebare era în acest fel alungată din ştiinţă; o întrebare despre care însă teoria relativităţii poate afirma cu mândrie că a rezolvat-o. La fel, în modul în care era răspândită în secolul al nouăsprezecelea, teoria chimică a lui Lavoisier i-a inhibat pe chimişti să se întrebe de ce metalele erau atât de asemănătoare — o întrebare pe care chimia

flogistică o pusese şi la care răspunsese. Trecerea la paradigma lui Lavoisier, asemenea trecerii la cea a lui Newton, însemna pierderea nu numai a unei întrebări admisibile, dar și a unei soluţii obţinute. Dar această pierdere nu a fost definitivă. În secolul al douăzecilea, întrebările despre calităţile substanţelor chimice şi-au făcut din nou apariţia în ştiinţă, împreună cu unele răspunsuri la ele.

Este vorba însă aici, mai mult decât de incomensurabilitatea criteriilor. Deoarece noile paradigme se nasc din cele vechi, ele încorporează de obicei o bună parte din vocabularul şi aparatul atât conceptual cât şi instrumental pe care le-a folosit înainte paradigma tradiţională. Dar ele folosesc rareori aceste elemente împrumutate potrivit modului tradiţional. În noua paradigmă, termeni, concepte şi experimente vechi intră în noi relaţii unele cu altele. Rezultatul inevitabil este — ceea ce trebuia să numim, deşi termenul nu este cu totul potrivit — o neînţelegere între două şcoli rivale. Profanii care râdeau de teoria einsteiniană a relativităţii generalizate pe motiv că spaţiul nu ar putea fi „curbat" — nefiind genul de lucru care se pretează la aşa ceva — nu erau pur şi simplu nedrepţi sau în eroare. Tot aşa cum nu erau nici matematicienii, fizicienii și filozofii care au încercat să elaboreze o versiune euclidiană a teoriei lui Einstein[3]. Ceea ce se înţelegea înainte prin spaţiu era ceva necesarmente uniform, omogen, izotrop şi neafectat de prezenţa materiei. Dacă nu ar fi fost astfel, fizica newtoniană nu ar fi funcţionat. Spre a realiza trecerea la universul lui Einstein, întreaga ţesătură conceptuală ale cărei fire sunt spaţiul, timpul, materia, forţa ş.a.m.d. a trebuit să fie refăcută şi aşternută din nou peste întreaga natură. Numai oamenii care au trecut sau nu au reuşit să treacă, împreună, prin această transformare vor fi în stare să identifice cu exactitate lucrurile asupra cărora au fost sau nu de

[3] În privinţa reacţiilor profane la conceptul de spaţiu curbat, a se vedea Philipp Frank, Einstein, *His Life* and Times, traducere şi editare de G. Rosen şi S. Kusaka (New York, 1947), pp. 142–146. Pentru cele câteva încercări de a păstra cuceririle relativităţii generalizate într-un spaţiu euclidian, vezi C. Nordmann, *Einstein* and the *Universe*, trad. J. Mc Cabe (New York, 1922), cap. IX.

acord. Comunicarea peste linia revoluționară de demarcație este inevitabil parțială. Să ne gândim, de exemplu, la oamenii care l-au socotit pe Copernic nebun pentru că afirmase că Pământul se învârtește. Ei nu greșeau doar sau nu greșeau întru totul. Parte din ceea ce ei înțelegeau prin „Pământ" însemna poziție fixă. Pământul lor, cel puțin, nu putea fi mișcat. În mod corespunzător, inovația lui Copernic nu a constat pur și simplu în a mișca Pământul. Mai degrabă, ea a constituit un nou mod de a privi problemele fizicii și astronomiei, un mod care a modificat necesarmente înțelesul atât al „Pământului" cât și al „mișcării"[4]. Fără aceste modificări, conceptul de Pământ în mișcare era nebunesc. Pe de altă parte, odată ce modificările au fost efectuate și înțelese, atât Descartes cât și Huyghens și-au putut da seama că mișcarea Pământului era o problemă fără nici un conținut pentru știință[5].

Aceste exemple indică un al treilea și fundamental aspect al imposibilității de a compara între ele paradigmele rivale. Într-un sens pe care nu sunt în stare să îl clarific mai mult, adepții paradigmelor rivale își practică meseria în lumi diferite. Una conține corpuri aflate sub acțiunea unei forțe și care cad încet, alta pendule care își repetă continuu mișcările. Într-una soluțiile sunt compuși, iar în alta amestecuri. Una este scufundată într-o matrice spațială plană, alta într-una curbă. Practicând în lumi diferite, cele două grupuri de oameni de știință văd lucruri diferite când privesc din același punct în aceeași direcție. Din nou, aceasta nu înseamnă că ele pot vedea orice le place. Ambele grupuri examinează lumea, iar ceea ce examinează nu s-a schimbat. Dar în unele regiuni, ele văd lucruri diferite și le văd în interacțiuni diferite. Iată de ce o lege care nu poate fi nici măcar demonstrată unui grup de oameni de știință poate uneori părea intuitiv evidentă celuilalt. De asemenea, acesta este motivul pentru care, înainte de a putea spera să comunice pe deplin, un grup sau celălalt trebuie să trăiască convertirea pe care am numit-o schimbare de paradigmă. Tocmai

---

[4] T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), Cap. III, IV și VII. O temă majoră a întregii cărți este tocmai măsura în care heliocentrismul a fost mai mult decât o chestiune strict astronomică.

[5] Max Jammer, *Concepts of Space* (Cambridge, Mass., 1954), pp. 118–124.

pentru că este o tranziţie între incomensurabile, trecerea de la o paradigmă la o alta rivală nu poate fi făcută pas cu pas, constrânsă de logică şi de o experienţă neutră. Ca şi transformarea *gestalt*-ului, ea trebuie să survină dintr-odată (deşi nu neapărat instantaneu) sau deloc.

Cum ajung, atunci, oamenii de ştiinţă să realizeze această transpunere? În parte, răspunsul este că foarte adesea ei nu ajung s-o realizeze. Aproape la un secol după moartea lui Copernic, copernicanismul făcuse încă puţini prozeliţi. Opera lui Newton nu a fost în general acceptată, mai ales pe continent, vreme de mai mult de o jumătate de secol de la apariţia *Principiilor*[6]. Priestley nu a acceptat niciodată teoria oxigenului, nici lordul Kelvin pe cea electromagnetică ş.a.m.d. Dificultăţile convertirii au fost adesea observate de înşişi oamenii de ştiinţă. Într-un pasaj deosebit de pătrunzător de la sfârşitul *Originii speciilor*, Darwin scria: „Deşi sunt întru totul convins de adevărul concepţiilor expuse în acest volum“ nu mă aştept deloc să-i conving pe naturaliştii cu experienţă, ale căror minţi sunt pline de o mulţime de fapte, toate concepute de-a lungul anilor dintr-un punct de vedere total opus celui pe care îl susţin... Dar privesc cu încredere în viitor, spre naturaliştii tineri care se ridică şi care vor fi în stare să examineze imparţial ambele laturi ale problemei“[7]. Iar Max Planck, trecându-şi în revistă propria carieră în a sa *Autobiografie ştiinţifică*, remarca cu amărăciune că „un nou adevăr ştiinţific nu triumfă convingându-şi adversarii şi luminându-i, ci mai degrabă pentru că adversarii săi până la urmă mor şi se ridică o nouă generaţie căreia acel adevăr îi apare firesc“[8].

Aceste fapte şi altele asemănătoare sunt prea bine cunoscute pentru a mai avea nevoie de alte argumente. Dar ele reclamă o

---

[6] I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), pp. 93–94.

[7] Charles Darwin, *On the Origin of Species*... (ediţie autorizată după a şasea ediţie engleză; New York, 1889), II, pp. 295–296.

[8] Max Planck, *Scientific Autobiography and Other Papers*, trad. F. Gaynor (New York, 1949), pp. 33–34.

reevaluare. În trecut, ele au fost adesea înţelese în sensul că oamenii de ştiinţă, fiind doar oameni, nu puteau întotdeauna să-şi recunoască erorile, chiar când erau puşi în faţa unor demonstraţii riguroase. Aş fi de părere, mai degrabă, că în aceste chestiuni nu este vorba nici de demonstraţie nici de eroare. Transferul de fidelitate de la o paradigmă la alta este o experienţă de convertire care nu poate fi forţată. Rezistenţa de o viaţă, mai ales din partea celor ale căror cariere productive i-au legat de o tradiţie mai veche de ştiinţă normală, nu este o violare a standardelor ştiinţei, ci un indicator al înseşi naturii cercetării ştiinţifice. Izvorul rezistenţei este încrederea că vechea paradigmă va rezolva până la urmă toate problemele, că natura poate fi înghesuită în tiparul oferit de paradigmă. Inevitabil, în perioade de revoluţie, această încredere pare îndărătnicie — cum de altfel este uneori. Dar este şi ceva mai mult. Această încredere este cea care face posibilă ştiinţa normală sau rezolvatoare-de-*puzzles*. Şi numai prin ştiinţa normală, comunitatea profesională a oamenilor de ştiinţă reuşeşte, mai întâi, să exploateze potenţialităţile domeniului şi preciziei vechii paradigme, iar apoi să identifice dificultatea a cărei studiere va putea da naştere unei noi paradigme.

Totuşi, a spune că rezistenţa este inevitabilă şi legitimă, că schimbarea paradigmei nu poate fi justificată prin demonstraţie, nu este totuna cu a spune că nici un argument nu este relevant sau că oamenii de ştiinţă nu pot fi convinşi să-şi schimbe părerile. Deşi este nevoie uneori de o generaţie pentru a-şi schimba părerile, comunităţile ştiinţifice au fost în repetate rânduri convertite la noi paradigme. De altfel, aceste convertiri au avut loc nu în ciuda faptului că savanţii sunt oameni, ci datorită lui. Deşi unii oameni de ştiinţă, îndeosebi cei mai bătrâni şi cu mai multă experienţă, pot rezista nelimitat, cei mai mulţi dintre ei pot fi influenţaţi într-un fel sau altul. Convertirile vor avea loc încetul cu încetul până când, după moartea ultimilor mohicani, întreaga comunitate va practica din nou sub auspiciile unei singure paradigme, dar diferită de cea precedentă. Trebuie deci să ne întrebăm cum survine convertirea şi cum i se rezistă.

Ce fel de răspuns aşteptăm la această întrebare? Tocmai pentru că se referă la tehnici de convingere sau la argumente şi contraargumente

într-o situaţie în care nu poate exista vreo demonstraţie, întrebarea noastră este nouă şi presupune, deci, un studiu care nu a fost întreprins înainte. Va trebui să ne mulţumim cu o examinare foarte parţială şi impresionistă. De altfel, cele spuse concordă cu rezultatul acestei examinări în a sugera că, pusă în legătură cu convingerea mai degrabă decât cu demonstraţia, întrebarea asupra naturii argumentului ştiinţific nu are u răspuns unic sau uniform. Oamenii de ştiinţă, luaţi ca indivizi, îmbrăţişează o nouă paradigmă din tot felul de motive. Unele dintre ele — de pildă, cultul soarelui care l-a ajutat pe Kepler să devină un coperican — se află cu totul în afara sferei aparente a ştiinţei[9]. Altele depind de idiosincrasii autobiografice şi personale. Chiar naţionalitatea sau reputaţia prealabilă a inovatorului şi a profesorilor săi pot uneori juca un rol semnificativ[10]. Până la urmă, deci, trebuie să învăţăm să punem această întrebare într-un mod diferit. Nu ne vor preocupa, prin urmare, argumentele care îl converesc de fapt pe un individ sau altul ci mai degrabă genul de comunitate care, mai devreme sau mai târziu, dar întotdeauna, se realcătuieşte într-un singur grup. Voi amâna însă problema pentru ultima secţiune, examinând deocamdată unele dintre tipurile de argumente care se dovedesc deosebit de eficiente în conflictele asupra schimbării paradigmei.

Probabil, unica afirmaţie foarte generală avansată de adepţii unei noi paradigme este că ei pot rezolva problemele care au dus-o pe cea veche la criză. Când poate fi justificată, această afirmaţie este adesea cea mai eficientă posibil. Se ştie că paradigma este în dificultate în zona la care se referă afirmaţia. Dificultatea a fost

---

[9] În ce priveşte rolul cultului soarelui în gândirea lui Kepler, vezi E. A. Burtt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical* Science (ed. revăzută; New York, 1932), pp. 44–49.

[10] În ce priveşte rolul reputaţiei, să considerăm următoarele: Într-un moment când reputaţia sa era bine stabilită, lordul Rayleigh a trimis Asociaţiei Britanice un aricol asupra unor paradoxuri ale electrodinamicii. Din greşeală, numele său a fost omis la trimiterea articolului, iar articolul însuşi a fost iniţial respins fiind considerat opera vreunui „iubitor de paradoxuri". Curând după aceea, cu numele autorului la locul cuvenit, articolul a fost acceptat cu o abundenţă de scuze (J. R. Strutt, 4th Baron Rayleigh, *John William Strutt, Third Baron Rayleigh* [New York, 1924], p. 228).

în repetate rânduri examinată, dar încercările de a o îndepărta au eşuat mereu. „Experimente cruciale“ — capabile să discrimineze cu deosebită exactitate între două paradigme — au fost recunoscute şi atestate înainte chiar ca noua paradigmă să fi fost imaginată. Astfel, Copernic a pretins că rezolvase îndărătnica problemă a duratei anului calendaristic, Newton că împăcase mecanica terestră cu cea celestă, Lavoisier că rezolvase problemele identității gazelor şi relațiilor de greutate, iar Einstein că făcuse electrodinamica compatibilă cu o nouă ştiință a mişcării.

Pretențiile de acest fel au deosebite şanse să reuşească dacă noua paradigmă dovedeşte o precizie cantitativă izbitor mai bună decât competitoarea ei mai veche. Superioritatea cantitativă a „*tabelelor rudolfice*“* ale lui Kepler față de toate cele calculate pe baza teoriei lui Ptolemeu a constituit un factor major în convertirea astronomilor la copernicanism. Succesul lui Newton în predicțiile observațiilor astronomice cantitative a fost probabil cea mai importantă cauză a triumfului teoriei sale asupra rivalelor ei mai rezonabile, dar predominant calitative. Iar în acest secol, uimitorul succes cantitativ al legii radiației lui Planck, ca şi cel al atomului lui Bohr i-au convins repede pe mulți fizicieni să le adopte, deşi, pentru ansamblul fizicii, ambele aceste contribuții creau mai multe probleme decât rezolvau[11].

Pretenția de a fi rezolvat problemele generatoare de criză este totuşi rareori suficientă prin sine. De asemenea, ea nu poate fi întotdeauna justificată. De fapt, teoria lui Copernic nu era mai precisă decât cea a lui Ptolemeu şi nu producea direct vreo îmbunătățire a calendarului. De asemnea, la câțiva ani după ce a fost propusă, teoria ondulatorie a luminii nu avusese atât succes ca rivala ei corpusculară în rezolvarea efectelor de polarizare care fuseseră cauza principală a crizei din optică. Uneori, practica mai liberă care caracterizează cercetarea extraordinară va produce un candidat la paradigmă care, inițial, nu este de nici un folos în

---

* Termenul clasic: *Tabulae rudolphinae*. (*N. t.*)

11 Pentru problemele create de teoria cuantică, vezi F. Reiche, *The Quantum Theory* (Londra, 1922), cap. II, VI–IX. Pentru alte exemple din acest paragraf, vezi referințele anterioare din această secțiune.

problemele care au provocat criza. Când se întâmplă aşa ceva, dovezile trebuie aduse din alte zone ale domeniului, aşa cum de altfel se şi întâmplă adeseori. În acele alte zone pot fi elaborate argumente deosebit de convingătoare în cazul în care noua paradigmă permite predicţia unor fenomene care erau cu totul neaşteptate atât timp cât prevala vechea paradigmă.

Teoria lui Copernic, de exemplu, sugera că planetele ar trebui să semene cu Pământul, că Venus ar trebui să aibă faze şi că universul ar trebui să fie mult mai mare decât se crezuse până atunci. Drept urmare, când la şaizeci de ani după moartea sa, telescopul a dezvăluit dintr-odată munţi pe Lună, fazele planetei Venus şi un număr imens de stele până atunci nebănuite, aceste observaţii au adus noii teorii numeroşi prozeliţi, mai ales dintre neastronomi[12]. În cazul teoriei ondulatorii a luminii, o cauză principală a convertirilor profesionale s-a dovedit a fi şi mai dramatică. Rezistenţa franceză s-a năruit brusc şi relativ complet când Fresnel a putut demonstra existenţa unei pete albe în centrul umbrei unui disc circular. Era un efect pe care nimeni, nici măcar el nu-l anticipase, dar despre care Poisson, iniţial unul din adversarii săi, arătase că este o consecinţă necesară, deşi absurdă, a teoriei lui Fresnel[13]. Datorită valorii lor de şoc şi întrucât era atât de evident că ele nu erau de la bun început „clădite în“ noua teorie, asemenea argumente s-au dovedit deosebit de convingătoare. Iar uneori această forţă suplimentară poate fi exploatată, chiar când fenomenul în cauză fusese observat cu mult înainte de a fi propusă teoria care îl explica. Einstein, de exemplu, nu părea să fi anticipat că relativitatea generalizată va explica cu precizie bine cunoscuta anomalie observată în mişcarea periheliului lui Mercur, drept care a trăit o mare victorie când s-a adeverit că lucrurile stau astfel[14].

---

12 Kuhn, op. cit., pp. 219-225.

13 E. T. Whittaker, A *History of the Theories of* Aether *and Electricity* I (2d ed., Londra, 1951), p. 108.

14 *Ibidem*, II (1953), 151–180, în legătură cu elaborarea teoriei relativităţii generalizate. Relativ la reacţia lui Einstein faţă de acordul precis al teoriei cu mişcarea observată a periheliului lui Mercur, a se vedea scrisoarea citată în P. A. Schlipp (ed.), *Albert* Einstein, Philosopher-Scientist (Evanston III, 1949), p. 101.

Toate argumentele în favoarea unei noi paradigme, discutate până acum, s-au bazat pe capacitatea comparabilă a competitorilor de a rezolva probleme. Pentru oamenii de știință, aceste argumente sunt de obicei cele mai semnificative și cele mai convingătoare. Exemplele precedente ar trebui să nu lase nici o îndoială asupra cauzei imensului lor succes. Dar, din motive de care ne vom ocupa de îndată, ele nu sunt, nici separat nici împreună, constrângătoare. Din fericire, există și alte temeiuri pentru care oamenii de știință renunță la o paradigmă veche în favoarea uneia noi. Sunt argumentele, rareori explicitate întru totul, care apelează la simțul individului pentru adecvat sau estetic; astfel, despre noua teorie se spune că este „mai ordonată“, „mai potrivită“ sau „mai simplă“ decât cea veche. Probabil, aceste argumente sunt mai puțin eficiente în alte științe decât în matematici. Primele versiuni ale majorității noilor paradigme sunt rudimentare. Până ce atracția lor estetică poate fi pe deplin evidențiată, majoritatea comunității a fost convinsă prin alte mijloace. Cu toate acestea, importanța considerațiilor estetice poate fi uneori decisivă. Deși ele atrag adesea numai câțiva oameni de știință de partea unei noi teorii, de acești câțiva poate depinde triumful ei final. Dacă ei nu l-ar adopta în grabă din motive în mare măsură individuale, noul candidat la paradigmă ar putea să nu fie niciodată suficient de dezvoltat pentru a atrage întreaga comunitate științifică.

Pentru a înțelege cauzele importanței acestor considerații mai subiective și estetice, să ne reamintim despre ce este vorba într-o controversă dintre paradigme. Când un nou candidat la paradigmă este pentru prima oară propus, el rezolvase doar rareori mai mult decât câteva din problemele ce-i stăteau în față, iar cele mai multe din aceste soluții erau încă departe de a fi perfecte. Până la Kepler, teoria lui Copernic nu prea îmbunătățise predicțiile pozițiilor planetelor făcute de Ptolemeu. Când Lavoisier a văzut în oxigen „însuși aerul în întregime“, noua sa teorie nu putea deloc face față problemelor puse de proliferarea noilor gaze — fapt pe care Priestley l-a speculat cu mult succes în contraatacul său. Cazuri ca pata de lumină a lui Fresnel sunt extrem de rare. De obicei, abia mult mai târziu, după ce noua paradigmă a fost elaborată, acceptată și exploatată, sunt avansate argumente aparent hotărâtoare,

precum pendulul lui Foucault pentru a demonstra rotaţia Pământului sau experimentul lui Fizeau pentru a dovedi că lumina se mişcă mai repede în aer decât în apă. Producerea lor revine ştiinţei normale, iar rolul lor nu apare în controversa paradigmelor, ci în manualele postrevoluţionare.

Înainte ca aceste manuale să fie scrise, când disputa continuă, situaţia este mult diferită. De obicei, adversarii unei noi paradigme pot afirma în mod legitim că, chiar în aria de criză, aceasta este cu puţin superioară rivalei ei tradiţionale. Fireşte, ea rezolvă mai bine unele probleme şi dezvăluie unele regularităţi noi. Dar paradigma mai veche poate fi astfel articulată încât să facă faţă dificultăţilor aşa cum făcuse faţă şi altor dificultăţi mai înainte. Atât sistemul astronomic geocentric al lui Tycho Brahe cât şi versiunile ulterioare ale teoriei flogisticului erau reacţii la provocările unui nou candidat la paradigmă şi ambele aceste reacţii au avut succes[15]. În afară de aceasta, apărătorii teoriei şi procedurii tradiţionale pot aproape întotdeauna indica probleme pe care noul lor rival nu le-a rezolvat dar care, pentru ei, nu sunt nicidecum probleme. Până la descoperirea compoziţiei apei, arderea hidrogenului era un argument puternic pentru teoria flogisticului şi împotriva celei a lui Lavoisier. Chiar după ce teoria oxigenului a triumfat, ea tot nu putea încă să explice prepararea unui gaz inflamabil din carbon — fenomen pe care flogisticienii îl aduseseră ca argument puternic în favoarea concepţiei lor[16]. Chiar în zona crizei, echilibrul argumentelor şi contraargumentelor poate fi uneori foarte strâns. Iar în afara acelei zone, balanţa înclină adeseori decisiv în favoarea tradiţiei. Copernic a distrus o respectabilă explicaţie a mişcării Pământului fără să pună o alta în loc; Newton

---

[15] Pent r sistemul lui Brahe, care era geometric înt r totul echivalent cu cel al lui Copernic, vezi J. L. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2d ed.; New York, 1953), pp. 359–371. Pentru ultimele versiuni ale teoriei flogisticului şi succesul lor, vezi J. R. Partington şi D. McKie, „Historical Studies of the Phlogiston Theory", *Annals of Science*, IV (1939), pp. 113–149.

[16] Pentru problema pusă de hidrogen, vezi J. R. Partington, A *Short History of Chemistry* (2d ed.; Londra, 1951) p. 134. Pentru oxidul de carbon, vezi H. Koopp, *Geschichte der Chemie*, III (Braunschweig, 1845), pp. 294–296.

a făcut același lucru cu o explicație mai veche a gravitației; la fel Lavoisier cu proprietățile comune ale metalelor ș.a.m.d. Pe scurt, dacă un nou candidat la paradigmă va fi judecat de la bun început de oameni practici, care îi evaluează numai capacitatea relativă de a rezolva probleme, științele ar cunoaște foarte puține revoluții majore. Dacă adăugăm la aceasta și contraargumentele generate de ce am numit mai înainte incomensurabilitatea paradigmelor, atunci științele ar putea să nu cunoască nici un fel de revoluție.

Dar controversele dintre paradigme nu vizează realmente capacitatea lor relativă de a rezolva probleme, deși din rațiuni întemeiate ele sunt de obicei exprimate în acești termeni. Mai degrabă, chestiunea este care paradigmă va ghida în viitor cercetarea asupra unor probleme în raport cu care nici un competitor nu poate încă pretinde că le rezolvă în întregime. Este necesară o decizie între moduri alternative de a face știință și, în aceste condiții, decizia trebuie să se bazeze mai puțin pe realizări trecute cât pe promisiuni viitoare. Cel care îmbrățișează o nouă paradigmă, aflată într-un stadiu timpuriu de elaborare, o face adeseori în ciuda evidenței oferite de problemele rezolvate. Cu alte cuvinte, el trebuie să aibă încredere că noua paradigmă va reuși în fața numeroaselor probleme cu care este confruntată, știind numai că vechea paradigmă a eșuat în fața câtorva. O asemenea decizie poate fi luată numai pe bază de încredere.

Aceasta este una din rațiunile pentru care o criză anterioară se dovedește a fi atât de importantă. Oamenii de știință care nu au trecut prin ea vor renunța foarte rar la dovezile solide ale problemelor rezolvate în favoarea a ceea ce poate lesne să se dovedească și să fie considerată de către mulți o himeră. Dar criza singură nu este suficientă. Trebuie de asemenea să existe o bază pentru încrederea în candidatul ales, chiar dacă nu este nici rațională, nici, în ultimă instanță, corectă. Trebuie, cu alte cuvinte, să existe ceva care să determine cel puțin pe câțiva oameni de știință să simtă că noua propunere este pe calea cea bună și uneori numai considerații personale și estetice confuze pot face acest lucru. Au existat oameni care au fost convertiți de asemenea considerații în momente în care majoritatea argumentelor tehnice articulabile indica contrariul. La apariție, nici teoria astronomică

a lui Copernic, nici teoria materiei a lui De Broglie nu prezentau multe alte motive de atracţie. Chiar şi astăzi, teoria generală a lui Einstein îi atrage pe oameni mai ales din motive estetice, o atracţie pe care puţini oameni din afara matematicii au fost în stare să o resimtă.

Nu vreau să sugerez că noile paradigme înving până la urmă printr-o estetică mistică. Dimpotrivă, foarte puţini oameni părăsesc o tradiţie numai pentru asemenea raţiuni. Adeseori, cei care o fac se dovedesc a fi fost induşi în eroare. Dar pentru ca o paradigmă să învingă vreodată, ea trebuie să-şi câştige primii suporteri, oameni care o vor dezvolta până la punctul în care pot fi produse şi multiplicate argumentele practice. Şi chiar aceste argumente, când apar, nu sunt individual hotărâtoare. Întrucât oamenii de ştiinţă sunt rezonabili, unul sau altul dintre argumente îi va convinge până la urmă pe mulţi dintre ei. Dar nu există nici un singur argument care să-i poată convinge pe toţi. În loc de convertirea unui singur grup, ceea ce se întâmplă este mai degrabă o tot mai considerabilă redistribuire a fidelităţilor profesionale.

La început, un nou candidat la paradigmă poate avea puţini partizani, iar uneori motivele acestora pot fi dubioase. Totuşi, dacă sunt competenţi, ei îl vor îmbunătăţi, îi vor explora posibilităţile şi vor arăta ce înseamnă să aparţii comunităţii ghidate de el. În acest răstimp, dacă paradigma este destinată să învingă, numărul şi tăria argumentelor convingătoare în favoarea ei vor spori. Tot mai mulţi oameni de ştiinţă vor fi atunci convertiţi, iar explorarea noii paradigme va continua. Treptat, numărul experimentelor, instrumentelor, articolelor şi cărţilor bazate pe acea paradigmă va creşte. Convinşi de fecunditatea noii concepţii, tot mai mulţi vor fi aceia care vor adopta noul mod de a practica ştiinţa normală, până când, în cele din urmă, mai rămân doar câţiva bătrâni mohicani. Şi nici măcar despre aceştia din urmă nu putem spune că greşesc. Deşi istoricul poate găsi întotdeauna oameni — Priestley, de pildă — care au fost nerezonabili rezistând atâta vreme, el nu va putea stabili punctul în care rezistenţa devine ilogică sau neştiinţifică. Cel mult, el ar putea dori să spună că omul care continuă să reziste, după ce întreaga sa breaslă a fost convertită, încetează *ipso facto* să mai fie un om de ştiinţă.

XIII
Progres prin revoluții

Paginile anterioare cuprind descrierea schematică a dezvoltării științei, atât cât permite acest eseu. Ele nu pot însă să ofere o concluzie. Dacă această descriere a surprins câtuși de puțin structura esențială a evoluției continue a unei științe, ea va fi pus totodată și o problemă aparte; de ce întreprinderea conturată mai sus trebuie să evolueze continuu pe căi deosebite, de pildă, de cele ale artei, teoriei politice sau filozofiei? De ce este progresul o condiție rezervată aproape exclusiv activităților pe care le numim știință? Cele mai obișnuite răspunsuri la această întrebare au fost negate în acest eseu. Nu ne rămâne, în încheiere, decât să ne întrebăm dacă nu le putem înlocui cu altele.

Să observăm de îndată că o parte a întrebării este în întregime semantică. Într-o foarte mare măsură, termenul „știință" este rezervat domeniilor care progresează pe căi evidente. Nicăieri nu apare acest lucru mai clar decât în repetatele controverse dacă una sau alta dintre științele sociale contemporane este într-adevăr știință. Aceste controverse își găsesc corespondențe în perioadele preparadigmatice ale domeniilor pe care astăzi, fără nici o ezitare, le considerăm științe. În aparență soluția constă într-o definiție a acestui termen îndărătnic. Întâlnim oameni care argumentează, de exemplu, că psihologia este o știință deoarece posedă cutare și cutare caracteristici. Alții răspund că aceste caracteristici nu sunt fie necesare, fie suficiente pentru a face din acest domeniu o știință. Adeseori se cheltuiește multă energie, se iscă mari pasiuni, fără ca un observator din afară să înțeleagă de ce. Poate atât de mult să depindă de o *definiție* a „științei"? Poate o definiție să-i spună cuiva dacă este sau nu un om de știință? Și dacă da, de ce nu își bat capul cei din științele naturii sau artiștii cu definiția termenului? Inevitabil, se naște bănuiala că problema este mai adâncă. Probabil

că adevăratele întrebări care se pun sunt următoarele: De ce nu avansează domeniul meu precum fizica, de pildă? Ce schimbări de tehnici sau de ideologie i-ar permite să o facă? Acestea nu sunt însă întrebări la care să se poată răspunde printr-un acord asupra unei definiţii. De altfel, dacă precedentele din ştiinţele naturii sunt de vreun folos, asemenea întrebări vor înceta să mai fie prilej de preocupare nu atunci când o definiţie va fi fost găsită, ci când grupul care acum se îndoieşte de propriul său statut va fi realizat un consens asupra realizărilor sale trecute şi prezente. Poate fi semnificativ, de pildă, faptul că economiştii discută mai puţin despre ştiinţificitatea domeniului lor decât practicienii din alte domenii ale ştiinţelor sociale. Oare pentru că economiştii ştiu ce este ştiinţa? Sau este oare vorba mai degrabă de faptul că ei sunt de acord asupra problemelor ştiinţei economice?

Această idee îşi are reciproca ei care, deşi nu mai este pur şi simplu semantică, ne poate ajuta să evidenţiem legăturile intime dintre noţiunile noastre de ştiinţă şi de progres. Vreme de multe secole, atât în Antichitate cât şi în zorii vremurilor moderne, pictura era considerată ca disciplină cumulativă. În acele timpuri, se presupunea că scopul artistului era reprezentarea. Critici şi istorici ca Plinius şi Vasari înregistrau cu veneraţie şirul de invenţii de la perspectivă până la *chiaroscuro* care permiseseră, încetul cu încetul, reprezentări tot mai perfecte ale naturii[1]. Dar întâlnim, de asemenea, vremuri mai ales în timpul Renaşterii, când ruptura dintre ştiinţe şi arte era puţin resimţită. Leonardo era numai unul dintre atâţia alţii care se mişca liber între domenii ce aveau să devină numai mai târziu categoric distincte[2]. Apoi, chiar după ce acest transfer permanent a încetat, termenul „artă“ a continuat să fie aplicat deopotrivă tehnologiei şi meşteşugurilor, considerate capabile de progres, ca şi picturii şi sculpturii. Numai când acestea din urmă au renunţat limpede la reprezentare ca scop al lor şi au

---

[1] E. H. Gombrich, *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation* (New York, 1960), pp. 11–12.

[2] *Ibidem*, p. 97; şi Giorgio de Santillana, „The Role of Art in the Scientific Renaissance“, în *Critical Problems in the History of Science*, ed. M. Clagett (Madison, Wis., 1959), pp. 33–65.

început să învețe din nou după modele primitive, numai atunci ruptura, care acum ni se pare firească, și-a dobândit adâncimea ei actuală. Și chiar astăzi, ca să schimbăm din nou domeniile, dificultatea noastră de a vedea profundele diferențe dintre știință și tehnologie trebuie parțial legată de faptul că progresul este un atribut evident al amândurora.

Dificultățile de față ar putea fi doar clarificate, nu și rezolvate, de recunoașterea faptului că tindem să considerăm știință orice domeniu în care progresul este evident. Rămâne însă problema de a înțelege de ce progresul ar trebui să fie o caracteristică atât de remarcabilă a unei întreprinderi realizate cu tehnicile și obiectivele pe care le-a descris acest eseu. Această problemă conține de fapt mai multe, astfel încât va trebui să le considerăm pe fiecare în parte. În toate cazurile, cu excepția ultimului, rezolvarea lor va depinde în parte de o inversare a imaginii noastre obișnuite despre relația dintre activitatea științifică și comunitatea care o practică. Trebuie să învățăm să recunoaștem drept cauze cele ce de obicei au fost luate drept efecte. Dacă putem face acest lucru, atunci termenii de „progres științific" și chiar de „obiectivitate științifică" pot ajunge să pară parțial redundanți. De fapt, un aspect al redundanței tocmai a fost exemplificat. Progresează un domeniu pentru că este o știință, sau este o știință pentru că progresează?

Să ne întrebăm acum de ce o întreprindere ca știința normală trebuie să progreseze și, în acest scop, să începem prin a ne reaminti câteva din caracteristicile ei cele mai pregnante. În mod normal membrii unei comunități științifice mature lucrează pe baza unei singure paradigme sau a unei mulțimi de paradigme înrudite îndeaproape. Foarte rar, comunitățile științifice investighează aceleași probleme. În acele cazuri excepționale, grupurile împărtășesc câteva paradigme majore. Văzut însă dinăuntrul oricărei comunități în parte, fie ea științifică sau nu, rezultatul muncii creatoare reușite *înseamnă* progres. Și cum ar putea să fie altfel? Tocmai notam, de pildă, că în vreme ce artiștii aveau ca scop reprezentarea, atât criticii cât și istoricii au înregistrat progresul ca fiind al unui singur grup, aparent unit. Alte domenii creative evidențiază un același gen de progres. Teologul care articulează dogma sau filozoful care perfecționează imperativele kantiene

contribuie la progres, măcar la cel al grupului care împărtăşeşte premisele sale. Nici o şcoală creatoare nu recunoaşte o operă care este, pe de o parte, un succes de creaţie dar care, pe de altă parte, nu este un adaos la înfăptuirile colective ale grupului. Dacă ne îndoim, asemeni multora, că disciplinele nonştiinţifice fac progrese, cauza nu poate fi aceea că şcolile individuale nu fac nici un progres. Mai curând, cauza trebuie să fie aceea că există întotdeauna şcoli rivale, fiecare chestionând permanent înseşi fundamentele celorlalte. Cel care argumentează că filozofia, de pildă, nu a făcut nici un progres, subliniază faptul că mai există încă aristotelicieni şi nicidecum că aristotelismul nu a reuşit să progreseze.

Aceste îndoieli în privinţa progresului apar însă şi în ştiinţe. De-a lungul întregii perioade preparadigmatice, când există o multitudine de şcoli rivale, dovezile progresului, exceptând cele dinăuntrul şcolilor, sunt foarte greu de găsit. Aceasta este perioada descrisă în secţiunea a II-a, în care cercetători individuali fac ştiinţă fără ca rezultatele muncii lor să se cumuleze într-o ştiinţă aşa cum o cunoaştem. La fel, în timpul revoluţiilor, când principiile fundamentale ale unei discipline sunt din nou puse în discuţie, sunt exprimate mereu îndoieli asupra înseşi posibilităţii continuării progresului în cazul în care una sau alta dintre paradigmele opuse este adoptată. Cei care au respins newtonismul afirmau că întemeierea sa pe forţe înnăscute ar reîntoarce ştiinţa în Evul Mediu. Cei care se opuneau chimiei lui Lavoisier susţineau că părăsirea „principiilor" chimice în favoarea elementelor de laborator reprezenta o negare a explicaţiilor chimice existente de către cei care voiau să se refugieze în spatele unui simplu nume. O atitudine similară, deşi mai moderat exprimată, pare să fi stat la baza opoziţiei lui Einstein, Bohm şi a altora faţă de interpretarea probabilistă dominantă a mecanicii cuantice. Pe scurt, numai în cursul perioadelor de ştiinţă normală progresul pare evident şi asigurat. Dar, în cursul acestor perioade, comunitatea ştiinţifică nu poate concepe altfel rezultatele muncii sale.

Aşadar, în termenii ştiinţei normale, o parte a răspunsului la problema progresului este evidentă pentru oricine. Progresul ştiinţific nu este diferit calitativ de progresul din alte domenii dar

absenţa, în majoritatea timpului, a şcolilor rivale care îşi contestă reciproc obiectivele şi criteriile face ca progresul unei comunităţi angajate în ştiinţă normală să fie mult mai uşor de remarcat. Dar aceasta nu este decât o parte a răspunsului şi nicidecum cea mai importantă. Am observat, de pildă, că de îndată ce adoptarea unei paradigme comune eliberează comunitatea ştiinţifică de necesitatea permanentă de a-şi reexamina principiile de bază, membrii acelei comunităţi se pot concentra exclusiv asupra fenomenelor mai subtile şi ezoterice care îi preocupă. Inevitabil, de aici urmează o sporire a eficacităţii şi randamentului cu care grupul, în ansamblu, rezolvă noile probleme. Alte aspecte ale vieţii profesionale din ştiinţă amplifică şi mai mult această eficienţă deosebită.

Unele din aceste aspecte sunt consecinţe ale distanţării fără precedent a comunităţilor ştiinţifice mature de exigenţele oamenilor obişnuiţi şi ale vieţii de zi cu zi. Această distanţare nu a fost niciodată completă; ceea ce discutăm acum este o chestiune de grad. Totuşi, nu există nici o altă comunitate profesională în care munca creatoare a individului să fie într-o asemenea măsură adresată celorlalţi membri ai comunităţii şi evaluată de către ei. Cel mai ezoteric dintre poeţi sau cel mai abstract dintre teologi este mult mai preocupat decât omul de ştiinţă de aprobarea de către profani a muncii sale creatoare, deşi poate fi chiar mai puţin preocupat de aprobare în general. Această diferenţă se dovedeşte plină de consecinţe. Tocmai pentru că se adresează unui public de colegi, un public care îi împărtăşeşte valorile şi convingerile, omul de ştiinţă poate presupune şi lua ca indiscutabilă o unică mulţime de criterii. El nu are nevoie să se preocupe de ce va gândi alt grup sau altă şcoală şi poate deci lăsa la o parte o problemă pentru a se ocupa de următoarele mai eficient decât cei care lucrează pentru un grup mai eterogen. Chiar mai important este faptul că izolarea de societate a comunităţii ştiinţifice permite omului de ştiinţă să-şi concentreze atenţia asupra problemelor despre care are temeiuri suficiente să creadă că va fi în stare să le rezolve. Spre deosebire de inginer şi mulţi medici sau de majoritatea teologilor, omul de ştiinţă nu este nevoit să-şi aleagă probleme care trebuie urgent soluţionate, indiferent de instrumentele de care dispune pentru a

le rezolva*. În această privinţă, contrastul dintre cercetătorii din ştiinţele naturii şi mulţi dintre cei din ştiinţele sociale se dovedeşte de asemenea instructiv. Aceştia din urmă, spre deosebire de primii, tind adesea să-şi justifice alegerea unei probleme de cercetare — de exemplu, efectele discriminării rasiale sau cauzele ciclului afacerilor — mai ales în termenii importanţei sociale a obţinerii unei soluţii. Care dintre grupuri ne vom aştepta atunci să rezolve mai rapid problemele?

Efectele izolării de restul societăţii sunt considerabil amplificate de o altă trăsătură a comunităţii ştiinţifice: natura iniţierii ei educaţionale. În muzică, arte plastice şi literatură profesionistul îşi dobândeşte educaţia prin contactul cu lucrările altor artişti, mai ales ale înaintaşilor. Manualele, cu excepţia compendiilor sau a antologiilor de creaţii originale, au numai un rol secundar. În istorie, filozofie şi ştiinţe sociale, manualele au o importanţă mai mare. Dar chiar şi în aceste domenii, cursurile universitare elementare folosesc lecturi paralele din surse originale, unele din ele fiind lucrări clasice în acel domeniu, iar altele rapoarte de cercetare contemporane pe care profesioniştii le scriu pentru informarea colegilor lor. În consecinţă, studentul din oricare dintre aceste discipline este permanent conştient de imensa varietate de probleme pe care membrii viitorului său grup au încercat să o rezolve de-a lungul timpului. Mai important, chiar, este faptul că el are constant în faţa lui un număr de soluţii rivale şi incomensurabile ale acestor probleme, soluţii pe care el trebuie până la urmă să le evalueze singur.

---

* Când vorbeşte de „izolarea de societate a comunităţii ştiinţifice", Kuhn pare să aibă în vedere acele domenii ale cercetării fundamentale în care obiectivele cercetării decurg, în primul rând, din problemele-*puzzle* legate de adoptarea unei anumite paradigme şi nu din necesităţile rezolvării unor probleme practice importante şi presante. Aceasta nu exclude desigur faptul că rezultatele cercetării fundamentale pot avea cele mai revoluţionare aplicaţii practice. Kuhn accentuează în acest pasaj, ca şi în general în cartea sa, deosebirea dintre cercetarea fundamentală şi cea aplicativă, nu unitatea lor. Nu este însă vorba de o poziţie de principiu, ci de o consecinţă a problematicii specifice a lucrării sale şi a punctului până la care autorul a reuşit să ajungă în elaborarea şi aprofundarea acestei problematici. (Vezi în această privinţă şi observaţiile din Prefaţă.)

Să comparăm această situație cu cea din științele (cel puțin) contemporane ale naturii. În aceste discipline, studentul se bazează îndeosebi pe manuale până când, în al treilea sau al patrulea an de studii, își începe propria sa cercetare. Multe programe nu cer studenților nici măcar să citească lucrări care nu au fost scrise expres pentru ei. Puținele care pretind lecturi suplimentare ale unor articole și monografii de cercetare restrâng aceste lecturi la cele mai avansate cursuri și materiale care, mai mult sau mai puțin, continuă de unde manualele existente se opresc. Până în ultimele stadii ale educației unui om de știință, manualele înlocuiesc sistematic literatura științifică creatoare care le-a făcut posibile. Dată fiind încrederea în paradigmele lor, care face posibilă această tehnică educațională, puțini oameni de știință vor dori să o schimbe. Și de ce, la urma urmelor, să citească studentul în fizică lucrările lui Newton, Faraday, Einstein sau Schrödinger când tot ce are nevoie să știe despre lucrări este recapitulat într-o formă mult mai concisă, precisă și mai sistematică în câteva manuale recente?

Fără a dori să apăr gradul excesiv la care a ajuns uneori acest tip de educație, nu putem să nu observăm că, în general, el a fost extraordinar de eficient. Firește, aceasta este o educație îngustă și rigidă, probabil mai mult decât oricare alta, cu excepția, poate, a teologiei ortodoxe. Dar, pentru activitatea științifică normală, pentru rezolvarea de *puzzles* în cadrul tradiției pe care o definesc manualele, omul de știință este aproape perfect echipat. Apoi, el este bine echipat și pentru sarcină — generarea prin știința normală a crizelor semnificative. Când ele survin, omul de știință nu mai este, firește, atât de bine pregătit. Chiar dacă crizele prelungite se reflectă probabil într-o practică educațională mai puțin rigidă, pregătirea științifică nu este, în general, concepută să formeze un om capabil să descopere cu ușurință o nouă abordare. Atâta vreme, însă, cât cineva apare cu un nou candidat la paradigmă — de obicei un tânăr sau un novice în domeniu — pierderile datorate rigidității îl afectează doar pe individ. Fiind dat răstimpul unei generații în cursul căruia să se poată produce schimbarea, rigiditatea individuală este compatibilă cu o comunitate care poate trece de la o paradigmă la alta când împrejurările o cer — mai ales când

însăşi această rigiditate oferă comunităţii un indicator sensibil că ceva nu este în regulă.

În starea ei normală, aşadar, o comunitate ştiinţifică este u instrument extrem de eficient de rezolvare a problemelor sau *puzzles*-urilor definite de paradigma ei. Rezultatul rezolvării acestor probleme trebuie inevitabil să reprezinte un progres. Nu este nimic problematic aici. Dar înţelegerea acestui aspect nu face decât să scoată în relief al doilea aspect principal al problemei progresului în ştiinţă. Să ne oprim deci asupra lui şi să vedem cum se pune problema progresului în ştiinţa extraordinară. De ce ar însoţi progresul, aparent întotdeauna, revoluţiile ştiinţifice? Din nou, putem afla multe întrebându-ne ce alt rezultat ar putea avea o revoluţie ştiinţifică. Revoluţiile se încheie printr-o victorie totală pentru una din cele două tabere opuse. Va spune vreodată acea tabără că rezultatul victoriei ei înseamnă mai puţin decât progres? Aşa ceva nu ar fi departe de a admite că ei au greşit şi că adversarii au avut dreptate. Cel puţin pentru ei, rezultatul revoluţiei trebuie să însemne progres şi au toate posibilităţile pentru a face ca viitorii membri ai comunităţii lor să vadă istoria trecută în acelaşi mod. Secţiunea a XI-a a descris detaliat metodele prin care este îndeplinit acest deziderat, iar mai sus ne-am referit la un aspect foarte înrudit al vieţii ştiinţifice profesionale. Când repudiază o fostă paradigmă, comunitatea ştiinţifică neagă în acelaşi timp, ca obiect adecvat al examenului profesional, majoritatea cărţilor şi articolelor în care era materializată acea paradigmă. Educaţia ştiinţifică nu foloseşte vreun echivalent al muzeului de artă sau al bibliotecii de lucrări clasice, rezultatul fiind uneori o distorsionare drastică în înţelegerea de către omul de ştiinţă a trecutului disciplinei sale. În mai mare măsură decât practicienii altor discipline creatoare, el ajunge să vadă acest trecut ca ducând în linie dreaptă la punctul de vedere actual al disciplinei sale. Pe scurt, el ajunge să îl vadă ca progres. Nici o alternativă nu îi este disponibilă atâta vreme cât rămâne înăuntrul disciplinei.

Inevitabil, aceste remarci vor sugera că membrul unei comunităţi ştiinţifice mature este, asemenea personajului tipic din *1984* al lui Orwell, victima unei istorii rescrise de puternicii zilei. Această sugestie nu este cu totul nepotrivită. Există pierderi ca şi câştiguri

în revoluţiile ştiinţifice, dar oamenii de ştiinţă tind să fie deosebit de orbi la cele dintâi[3]. Pe de altă parte, nici o explicaţie a progresului prin revoluţii nu se poate opri aici. A face acest lucru ar presupune că în ştiinţă cel puternic are dreptate — o formulare care, din nou, nu ar fi întru totul greşită dacă nu ar ascunde natura procesului şi autorităţii prin care este făcută alegerea între paradigme. Dacă numai autoritatea şi în particular autoritatea neprofesională ar fi arbitrul controverselor dintre paradigme, deznodământul acestor controverse ar putea fi totuşi o revoluţie, dar nu una *ştiinţifică*. Însăşi existenţa ştiinţei depinde de învestirea membrilor unui tip special de comunitate cu puterea de a alege între paradigme. Cât de specială trebuie să fie acea comunitate pentru ca ştiinţa să supravieţuiască şi să se dezvolte, reiese din însăşi fragilitatea legăturii pe care omenirea o are cu întreprinderea ştiinţifică. Fiecare civilizaţie despre care avem mărturii a posedat o tehnologie, o artă, o religie, un sistem politic, legi, şi aşa mai departe. În multe cazuri, acele aspecte ale civilizaţiei au fost la fel de dezvoltate ca şi ale noastre. Dar numai civilizaţiile care descind din Grecia antică au posedat mai mult decât o ştiinţă foarte rudimentară. Cea mai mare parte a cunoaşterii ştiinţifice este un produs al Europei din ultimele patru secole. Nici un alt loc şi timp nu au favorizat dezvoltarea comunităţilor foarte speciale ce generează productivitatea ştiinţifică.

Care sunt caracteristicile esenţiale ale acestor comunităţi? Evident, ele necesită un studiu mult mai amplu. În acest domeniu sunt posibile numai cele mai ipotetice generalizări. Totuşi, câteva condiţii de apartenenţă la un grup profesional ştiinţific trebuie să se fi impus deja cu deosebită claritate. De pildă, omul de ştiinţă trebuie să fie preocupat de rezolvarea problemelor privind comportamentul naturii. În plus, deşi preocuparea sa pentru natură

---

3 Istoricii ştiinţei întâlnesc adeseori această orbire într-o formă deosebit de izbitoare. Studenţii care vin la ei din ştiinţe reprezintă, foarte adesea, cel mai promiţător grup căruia îi predau. Dar la început, acesta este de obicei şi grupul cel mai dificil. Deoarece studenţii în ştiinţe "ştiu care sunt răspunsurile corecte", este extrem de greu să-i convingi să analizeze o ştiinţă mai veche în termenii ei proprii.

poate fi globală ca întindere, problemele asupra cărora lucrează trebuie să fie probleme de detaliu. Mai important: soluţiile care îl satisfac nu pot fi numai personale ci trebuie să fie acceptate ca soluţii de către mulţi. Grupul care le împărtăşeşte nu poate fi însă ales la întâmplare din societate, ci este, mai degrabă, comunitatea bine definită a colegilor profesionişti ai omului de ştiinţă. Ca indivizi şi în virtutea pregătirii şi experienţei lor comune, membrii grupului trebuie consideraţi singurii posesori ai regulilor jocului sau ai unei baze echivalente pentru judecăţi neechivoce. Îndoiala că ei împărtăşesc o asemenea bază pentru evaluări ar implica admiterea existenţei unor criterii incompatibile ale realizărilor ştiinţifice. Această admitere ar ridica inevitabil chestiunea dacă adevărul în ştiinţă poate fi unul.

Această listă restrânsă de caracteristici comune comunităţilor ştiinţifice a fost — şi trebuie — integral dedusă din practica ştiinţei normale. Aceasta este activitatea pentru care omul de ştiinţă este în mod obişnuit pregătit. De observat însă că, în ciuda mărimii ei reduse, această listă este deja suficientă pentru a distinge asemenea comunităţi de toate celelalte grupuri profesionale. Şi să observăm, în plus, că în ciuda întemeierii ei pe ştiinţa normală, lista dă seamă de multe trăsături deosebite ale reacţiei grupului în timpul revoluţiilor ştiinţifice şi mai ales în timpul controverselor dintre paradigme. Am remarcat că un grup de acest gen trebuie să vadă în schimbarea unei paradigme un progres. Acum putem recunoaşte că ideea se confirmă în câteva privinţe importante. Comunitatea ştiinţifică este un instrument extrem de eficient pentru maximizarea numărului şi preciziei problemelor rezolvate prin schimbarea paradigmei.

Întrucât unitatea de măsură a reuşitei ştiinţifice este problema rezolvată şi întrucât grupul ştie bine care probleme au fost deja rezolvate, puţini oameni de ştiinţă vor fi lesne convinşi să adopte un punct de vedere care pune din nou la îndoială multe dintre problemele ce fuseseră anterior rezolvate. Natura însăşi trebuie mai întâi să submineze siguranţa profesională, făcând ca reuşitele anterioare să pară problematice. Apoi, chiar atunci când aceasta s-a întâmplat şi s-a apelat la un nou candidat la paradigmă, oamenii de ştiinţă nu se vor grăbi să îl adopte până când nu vor fi convinşi

că sunt îndeplinite două condiţii extrem de importante. În primul rând, noul candidat trebuie să pară că rezolvă unele probleme proeminente şi general recunoscute că nu pot fi abordate altfel. În al doilea rând, noua paradigmă trebuie să garanteze păstrarea unei părţi relativ mari a capacităţii concrete de rezolvare a problemelor pe care predecesoarele ei au încorporat-o ştiinţei. Noutatea de dragul noutăţii nu este un deziderat în ştiinţă, la fel cum nu este nici în multe alte domenii de creaţie. În consecinţă, deşi noile paradigme nu dispun decât rareori sau niciodată de toate capacităţile predecesoarelor lor, ele păstrează de obicei o bună parte din componentele cele mai concrete ale realizărilor trecute şi întotdeauna permit şi alte soluţii concrete ale problemelor.

Capacitatea de a rezolva problema nu este desigur nici singura bază pentru o alegere între paradigme şi nici una lipsită de echivoc. Am stabilit destule temeiuri pentru care nu poate exista un astfel de criteriu. Dar cele de mai sus sugerează că o comunitate de specialişti în ştiinţe va face tot ce îi stă în putere pentru a asigura continua creştere a datelor adunate, pe care le poate trata precis şi detaliat. În cursul procesului, comunitatea va suferi pierderi. Deseori, unele din vechile probleme vor fi înlăturate. De multe ori, revoluţia restrânge sfera de preocupări profesionale ale comunităţii, sporeşte măsura specializării ei şi slăbeşte legăturile sale de comunicare cu alte grupuri, atât ştiinţifice cât şi profane. Deşi ştiinţa creşte indiscutabil în adâncime, ea poate să nu crească şi în amploare. Dacă totuşi o face, această amploare este evidentă mai ales în proliferarea specialităţilor ştiinţifice, nu şi în domeniul vreunei specialităţi în parte. Totuşi, în ciuda acestora şi a altor pierderi ale diferitelor comunităţi, natura comunităţilor oferă o garanţie virtuală că atât lista problemelor rezolvate de ştiinţă cât şi precizia soluţiilor lor individuale nu vor înceta să crească. Cel puţin, natura comunităţii asigură o astfel de garanţie, dacă există în general vreun mod în care ea poate fi asigurată. Ce alt criteriu mai bun poate exista decât decizia grupului ştiinţific?

Ultimele paragrafe indică direcţiile în care cred că trebuie căutată o mai bună soluţionare a problemei progresului în ştiinţă. Ele indică poate că progresul ştiinţific nu este ceea ce am crezut. Dar ele arată în acelaşi timp că un anume fel de progres va

caracteriza inevitabil întreprinderea ştiinţifică atâta vreme cât o asemenea întreprindere supravieţuieşte. În ştiinţă nu trebuie să existe un altfel de progres. Pentru a fi mai clar, s-ar putea să fim nevoiţi să renunţăm la ideea, explicită sau implicită, că schimbările de paradigme îi apropie tot mai mult de adevăr pe oamenii de ştiinţă şi pe cei care învaţă de la ei.

A venit momentul să observăm că, exceptând ultimele câteva pagini, termenul de „adevăr" nu a apărut în acest eseu decât într-un citat din Francis Bacon. Şi chiar în aceste ultime pagini, el a apărut numai ca o bază a convingerii omului de ştiinţă că nu pot coexista reguli incompatibile de a face ştiinţă decât în timpul revoluţiilor, când principala sarcină a comunităţii ştiinţifice este de a elimina toate mulţimile de asemenea reguli, cu excepţia uneia. Procesul de dezvoltare descris în acest eseu a fost un proces de evoluţie *de la* începuturi rudimentare, un proces ale cărui stadii succesive sunt caracterizate printr-o înţelegere tot mai detaliată şi adâncă a naturii. Dar nimic din ceea ce a fost sau va fi spus aici nu îl defineşte ca un proces de evoluţie *spre* ceva. Inevitabil, această lacună îi va fi deranjat pe mulţi cititori. Suntem profund obişnuiţi să concepem ştiinţa ca fiind întreprinderea care se apropie permanent de scopuri prestabilite de natură.

Dar este oare nevoie de vreun asemenea scop? Nu putem oare explica existenţa şi succesul ştiinţei deopotrivă în termenii evoluţiei stării de cunoaştere a comunităţii în orice moment dat? Ne ajută realmente să ne închipuim că există vreo explicaţie deplină, obiectivă, adevărată a naturii şi că măsura adecvată a reuşitei ştiinţifice este gradul în care ea ne apropie de acest scop final?* Dacă putem învăţa să înlocuim evoluţia-spre-ceea-ce-dorim-să-cunoaştem cu evoluţia-de-la-ceea-ce-cunoaştem, atunci vor dispărea unele probleme supărătoare. Undeva, în acest labirint, trebuie să se afle, de pildă, şi problema inducţiei.

Nu pot încă specifica în detaliu consecinţele acestei concepţii alternative despre progresul ştiinţei. Ea ne ajută însă să recunoaştem că transformarea conceptuală propusă aici este foarte apropiată de cea întreprinsă cu un secol în urmă. Ea este deosebit de utilă

* A se vedea studiul introductiv.

deoarece, în ambele cazuri, principalul obstacol în faţa transformării este acelaşi. Când Darwin a publicat prima oară, în 1859, teoria sa asupra evoluţiei prin selecţie naturală, ceea ce i-a îngrijorat cel mai mult pe specialişti nu a fost nici ideea schimbării speciilor şi nici posibila descindere a omului din maimuţă. Dovezile privitoare la evoluţie, inclusiv la evoluţia omului, se acumulează timp de decenii, iar ideea evoluţiei fusese avansată şi larg răspândită încă înainte. Deşi ideea evoluţiei, ca atare, a întâmpinat rezistenţă, mai ales din partea unor grupuri religioase, aceasta nu era nici pe departe cea mai mare dintre dificultăţile de care s-au lovit darwiniştii. Acea dificultate provenea dintr-o idee care era într-o mult mai mare măsură proprie lui Darwin. Toate teoriile evoluţioniste bine cunoscute înainte de Darwin — cele aparţinând lui Lamarck, Chambers, Spencer şi unor *Naturphilosophen* germani — considerau evoluţia drept un proces orientat spre un scop. Se credea că, „ideea" de om şi de floră şi faună contemporană fusese prezentă de la prima creare a vieţii, poate în cugetul lui Dumnezeu. Era ideea sau planul care dăduse direcţia şi forţa orientativă întregului proces evolutiv. Fiecare nou stadiu al dezvoltării evolutive reprezenta o şi mai perfectă realizare a unui plan care existase de la bun început[4].

Pentru mulţi oameni abolirea genului teleologic de evoluţie a fost cea mai semnificativă şi mai puţin agreabilă din ideile lui Darwin[5]. *Originea speciilor* nu admitea vreun scop stabilit de Dumnezeu sau de natură. În schimb, selecţia naturală, operând într-un mediu dat şi asupra organismelor reale aflate acolo, era responsabilă de apariţia treptată dar continuă a unor organisme mai elaborate, mai a iculate şi mult mai specializate. Chiar organe atât de minunat adaptate cum sunt ochiul şi mâna omului — organe a căror articulare oferise mai înainte puternice argumente în favoarea existenţei unui arhitect suprem şi a unui plan prestabilit —

[4] Loren Eiseley, *Darwin's century: Evolution and the Men Who Discovered it* (New York, 1958), cap. II, IV–V.

[5] Pentru o relatare deosebit de pătrunzătoare a uneia din confruntările darwiniste majore cu această problemă, vezi A. Hunter Dupree, *Asa Gray 1810–1888* (Cambridge, Mass., 1959), pp. 295–306, 355–383.

erau produse ale unui proces care are *origini* primitive, dar care nu are nici un *scop*. Ideea că selecţia naturală, rezultând numai din competiţia dintre organisme pentru supravieţuire, putea să-l fi produs pe om împreună cu animalele şi plantele superioare era cel mai dificil şi mai tulburător aspect al teoriei lui Darwin. Ce puteau să însemne ideile de „evoluţie“, „dezvoltare“ şi „progres“ în lipsa unui scop specificat? Pentru mulţi oameni, aceşti termeni păreau dintr-odată contradictorii.

Analogia dintre evoluţia organismelor şi evoluţia ideilor ştiinţifice poate fi uşor dusă prea departe. Dar în raport cu problemele din această secţiune finală, ea este foarte potrivită. Procesul descris în secţiunea a XII-a ca deznodământ al revoluţiilor este selecţia prin conflict, înăuntrul comunităţii ştiinţifice, a celui mai apt mod de a face ştiinţă. Rezultatul net al unui şir de astfel de selecţii revoluţionare, separate de perioade de cercetare normală, este mulţimea de instrumente minunat adaptate pe care o numim cunoaştere ştiinţifică modernă. Etapele succesive ale acestui proces evolutiv sunt marcate de o creştere a articulării şi specializării. Iar întregul proces poate să fi apărut, aşa cum credem astăzi că s-a întâmplat cu evoluţia biologică, fără concursul unui scop prestabilit, al unui adevăr ştiinţific fixat o dată pentru totdeauna, în raport cu care fiecare etapă în dezvoltarea cunoaşterii ştiinţifice este o copie mai bună.

Oricine a urmărit argumentarea până în acest punct va simţi totuşi nevoia să întrebe: De ce funcţionează procesul evolutiv? Cum trebuie să fie natura, inclusiv omul, pentru ca ştiinţa să fie posibilă? De ce sunt comunităţile ştiinţifice capabile să ajungă la un consens ferm, inaccesibil în alte domenii? De ce durează acest consens în cursul schimbărilor de paradigme? Şi de ce schimbarea paradigmelor produce invariabil un instrument mai perfecţionat, în toate sensurile, decât cele cunoscute până atunci? Dintr-un anume punct de vedere, aceste întrebări, cu excepţia celei dintâi, au primit deja un răspuns. Dar dintr-un alt punct de vedere, ele sunt la fel de deschise pe cât fuseseră la începutul acestui eseu. Nu numai comunitatea ştiinţifică trebuie să fie deosebită. Lumea din care această comunitate este o parte trebuie de asemenea să aibă caracteristici cu totul deosebite şi nu suntem mai aproape de a şti

care trebuie să fie acestea decât fusesem la început. Această problemă — cum trebuie să fie lumea pentru ca omul să o poată cunoaşte — nu a fost însă creată de acest eseu. Dimpotrivă, este o problemă la fel de veche ca ştiinţa însăşi şi fără răspuns. Dar ea nu trebuie să primească un răspuns aici. Orice concepţie despre natură, compatibilă cu ideea creşterii ştiinţei, este compatibilă şi cu concepţia evoluţionistă despre ştiinţa dezvoltată aici. Deoarece această concepţie este de asemenea compatibilă cu observarea atentă a vieţii ştiinţifice, există argumente puternice pentru a o folosi în încercările de a rezolva numeroasele probleme cu care mai suntem încă confruntaţi.

Post-scriptum–1969

S-au scurs aproape şapte ani de la apariţia acestei cărţi[1]. Între timp, atât reacţiile criticilor cât şi cercetările mele ulterioare m-au făcut să înţeleg mai bine un număr de probleme pe care le ridică această carte. În chestiunile fundamentale punctul meu de vedere este aproape neschimbat, deşi recunosc acum aspecte ale formulării lui iniţiale care au creat dificultăţi şi neînţelegeri gratuite. Întrucât unele dintre aceste neînţelegeri îmi aparţin, eliminarea lor îmi permite să câştig teren pentru ceea ce va fi, în ultimă instanţă, baza unei noi versiuni a cărţii[2]. Până atunci, consider bine-venită posibilitatea de a schiţa revizuirile necesare, de a comenta unele critici repetate şi de a sugera direcţiile în care se dezvoltă actualmente propria mea gândire[3].

---

[1] Acest postscriptum a fost iniţial pregătit la sugestia fostului meu student şi vechi prieten, dr. Shigeru Nakayama de la Universitatea din Tokio, pentru a fi inclus în traducerea japoneză a cărţii. Îi sunt recunoscător pentru idee, pentru răbdarea sa în aşteptarea fructificării ei şi pentru permisiunea de a include rezultatul în ediţia engleză.

[2] Pentru această ediţie nu am încercat o rescriere sistematică, restrângând modificările la corectarea câtorva erori tipografice, plus a două pasaje care conţineau erori izolate. Una este descrierea rolului *Principiilor* lui Newton în dezvoltarea mecanicii secolului al optsprezecelea de la pp. 93–96 de mai sus. Cealaltă se referă la reacţia la crize (p. 152).

[3] Alte indicaţii pot fi găsite în două eseuri recente ale mele: „Reflections on my Critics", în Imre Lakatos şi Alan Musgrave (editori), *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge, 1970); şi „Second Thoughts on Paradigms", în Frederick Suppe (ed.), *The Structure of Scientific Theories* (Urbana, III, 1973). Voi cita mai jos primul dintre aceste eseuri prin „Reflections" iar volumul în care acesta apare prin *Growth of Knowledge*; la al doilea eseu mă voi referi sub titlul de „Second Thoughts".

Unele dintre dificultăţile principale ale textului meu original se concentrează în jurul conceptului de paradigmă; de aceea discuţia mea va începe cu ele[4]. În subsecţiunea care urmează de îndată, sugerez utilitatea despărţirii acestui concept de noţiunea de comunitate ştiinţifică, arăt cum se poate face acest lucru şi discut unele consecinţe semnificative ale separării analitice care rezultă. Apoi mă refer la ceea ce se întâmplă când paradigmele sunt cercetate prin examinarea comportamentului membrilor unei comunităţi ştiinţifice *determinate în prealabil.* Această procedură dezvăluie imediat faptul că, într-o mare parte a cărţii, termenul „paradigmă" este folosit în două sensuri diferite. Pe de o parte, el desemează o întreagă constelaţie de convingeri, valori, metode etc., împărtăşite de membrii unei comunităţi date. Pe de altă parte, el denotă un tip de element din acea constelaţie, soluţiile concrete ale *puzzles*-urilor care, folosite ca modele sau exemple, pot înlocui reguli explicite ca bază pentru rezolvarea celorlalte *puzzles* ale ştiinţei normale. Primul sens al termenului, să-l numim sociologic, formează obiectul subsecţiunii 2 de mai jos; subsecţiunea 3 este consacrată paradigmelor ca realizări exemplare ale trecutului.

Cel puţin filozofic, acest al doilea sens al „paradigmei" este mai adânc decât primul, iar afirmaţiile pe care le-am făcut în numele lui sunt principalele surse de controverse şi neînţelegeri stârnite de această carte, mai ales ale acuzaţiei că fac din ştiinţă o întreprindere subiectivă şi iraţională. Aceste chestiuni sunt tratate în subsecţiunile 4 şi 5. Prima argumentează că termeni ca „subiectiv" şi „intuitiv" nu pot fi corect aplicaţi componentelor cunoaşterii pe care le-am descris ca fiind tacit incorporate în exemple comune. Deşi o asemenea cunoaştere nu este supusă, fără schimbări esenţiale, parafrazării în termeni de reguli şi criterii, ea este totuşi sistematică, verificată în timp şi într-un sens corigibilă. Subsecţiunea 5 aplică acest argument la problema alegerii între

[4] Pentru o critică deosebit de convingătoare a prezentării pe care am făcut-o iniţial paradigmelor, vezi Margaret Masterman, „The Nature of a Paradigm", în *Growth of Knowledge*; şi Dudley Shapere „The Structure of Scientific Revolutions", *Philosophical Review*, LXXIII (1964), pp. 383–394.

două teorii incompatibile, conchizând că oamenii cu puncte de vedere incomparabile pot fi considerați membrii unor comunități lingvistice diferite și că problemele lor de comunicare pot fi analizate ca probleme de traducere. Alte trei chestiuni rămase sunt discutate în subsecțiunile finale 6 și 7. Prima se referă la acuzația că concepția despre știință dezvoltată în această carte este întru totul relativistă. Cealaltă debutează cu întrebarea dacă argumentarea mea suferă realmente, cum s-a spus, de pe urma unei confuzii între o manieră descriptivă și, respectiv, normativă de prezentare a lucrurilor; în încheiere se fac câteva scurte remarci asupra unei teme care merită un eseu separat: este vorba despre măsura în care principalele teze ale cărții pot fi în mod legitim aplicate și altor domenii decât știința.

1. Paradigmele și structura comunității

Termenul de „paradigmă" apare aproape de la începutul eseului, iar modul în care este introdus este intrinsec circular. O paradigmă este ceea ce împărtășesc membrii unei comunități științifice și, reciproc, o comunitate științifică este compusă din oameni care împărtășesc o paradigmă. Nu toate circularitățile sunt vicioase (voi susține mai jos un argument cu o structură similară), dar cea de față generează reale dificultăți. Comunitățile științifice pot și trebuie să fie identificate fără recursul prealabil la paradigme; paradigmele pot fi atunci descoperite examinând comportamentul membrilor unei comunități date. Dacă ar fi rescrisă, cartea a debuta de aceea cu o discuție asupra structurii de comunitate a științei, o temă care a devenit recent o preocupare semnificativă a cercetării sociologice și pe care istoricii științei încep de asemenea să o ia în serios. Rezultate preliminare, multe dintre ele încă nepublicate, arată că tehnicile empirice necesare pentru explorarea ei nu sunt lipsite de importanță, dar că unele există și altele vor fi cu siguranță elaborate[5]. Cei mai mulți dintre oamenii de știință activi răspund

---

[5] W. O. Hagstrom, The *Scientific Community* (New York, 1965), Cap. I și V; D. J. Price și D. de B. Beaver, „Collaboration i an invisible College", American *Psychologist*, XXI (1966), pp. 1011–1018; Diana Crane, „Social

de îndată la întrebări privind apartenenţa lor la diverse comunităţi, considerând firesc faptul că responsabilitatea pentru diferitele specialităţi curente este distribuită între grupuri cu o compoziţie aproximativ determinată. Voi presupune deci că vor fi găsite mijloace mai sistematice pentru identificarea lor. În loc de a prezenta rezultatele cercetărilor preliminare, voi dezvolta pe scurt noţiunea intuitivă de comunitate care stă la baza unei părţi considerabile din primele secţiuni ale cărţii. Este o noţiune larg împărtăşită astăzi de savanţi, sociologi şi de un număr de istorici ai ştiinţei.

Potrivit acestei concepţii, o comunitate ştiinţifică este compusă din practicienii unei specialităţi ştiinţifice date. Într-o măsură, negalată în majoritatea celorlalte domenii, ei au trecut prin aceeaşi educaţie şi iniţiere profesională; un proces din care ei au asimilat aceeaşi literatură tehnică şi au învăţat lucruri asemănătoare. De obicei, limitele acestei literaturi standard marchează limitele obiectului cercetării, iar fiecare comunitate are de regulă unul propriu. Există şcoli în ştiinţe, adică comunităţi care abordează acelaşi subiect din puncte de vedere incompatibile. Dar ele sunt mult mai rare aici decât în alte domenii; ele se află întotdeauna în competiţie; iar competiţia se încheie de obicei repede. În consecinţă, membrii unei comunităţi ştiinţifice se consideră pe sine şi sunt consideraţi de alţii ca fiind singurii responsabili pentru urmărirea unor scopuri comune, inclusiv pregătirea urmaşilor lor. Înăuntrul unor asemenea grupuri, comunicarea este relativ deplină iar judecata profesională relativ unanimă. Întrucât atenţia diferitelor comunităţi ştiinţifice este, pe de altă parte, concentrată asupra unor chestiuni diferite, comunicarea profesională peste graniţe ce separă grupurile este uneori anevoioasă, adesea generează neînţelegeri şi, dacă este continuată, poate stârni dezacorduri importante, nebănuite mai înainte.

În acest sens, există fireşte comunităţi la numeroase nivele. Cea mai cuprinzătoare este comunitatea tuturor practicienilor din

---

Strcture in a Group of Scientists; A Test of the «Invisible College», Hypothesis"', American Sociologica! RevieH', XXXIV (1969), pp. 335-352; N. C. Mullins, *Social Networks among Biological Scientists*, (Ph. D. diss., Harvard University, 1966) şi „The Micro-Structure of an Invisible College: The Phage Group" (comunicare prezentată la întrunirea anuală a Asociaţiei americane de sociologie, Boston, 1968).

ştiinţele naturii. La un nivel puţin mai coborât, principalele grupuri ştiinţifice sunt comunităţi de fizicieni, chimişti, astronomi, zoologi ş.a.m.d. Pentru aceste grupări majore, apartenenţa la comunitate este uşor de stabilit, excepţie făcând cei ce lucrează în domenii marginale. Temele de cea mai mare importanţă, apartenenţa la societăţi profesionale şi revistele citite — iată condiţii de obicei mai mult decât suficiente. Metode similare vor identifica de asemenea subgrupuri majore: chimişti organicieni şi poate, printre ei, specialişti în chimia proteinelor; fizicieni ai solidului şi energiilor înalte; radioastronomi ş.a.m.d. Numai la nivelul imediat inferior apar probleme empirice. Pentru a lua un exemplu contemporan, cum ar fi izolat cineva grupul specialiştilor în bacteriofagie, înainte de recunoaşterea sa publică? În acest scop, cineva trebuie să participe la conferinţe speciale, la circuitul distribuirii manuscriselor sau şpalturilor înainte de publicare şi, mai ales, la toate reţelele formale şi informale de comunicare, inclusiv cele descoperite în reţeaua de citate la care se recurge[6]. Cred că este o treabă care poate fi şi va fi făcută, cel puţin pentru ştiinţa contemporană şi cele mai recente părţi ale istoriei ştiinţei. În mod obişnuit, ea poate dezvălui comunităţi de aproximativ o sută de membri, uneori chiar mult mai puţini. De obicei, oamenii de ştiinţă, cei mai capabili mai ales, vor aparţine simultan sau succesiv câtorva asemenea grupuri.

Comunităţile de acest gen sunt unităţile pe care le-am prezentat ca producătoare şi validatoare de cunoaştere ştiinţifică. Paradigmele sunt ceea ce împărtăşesc membrii unor asemenea grupuri. Fără referire la natura acestor elemente comune, multe aspecte ale ştiinţei, descrise în paginile anterioare, nu prea pot fi înţelese. Alte aspecte pot fi înţelese, deşi ele nu sunt independent prezentate în textul meu original. Merită deci semnalate, înainte de a ne ocupa

---

[6] Eugene Garfield, The Use *of Citation Data* in Writing the *History of Science* (Philadelphia: Institute of Scientific Information, 1964); M. M. Kessler, „Comparison of the Results of Bibliographic Couplingand Analytic Subject Indexing", *American Documentation*, XVI (1965) pp. 223–233; D. J. Price „Networks of Scientific Papers", *Science*, CI (1965), pp. 510–515.

direct de paradigme, unele probleme care necesită o referire numai la structura comunităţii.

Probabil cea mai izbitoare dintre aceste probleme este ceea ce am numit mai înainte tranziţia de la perioada pre- la cea postparadigmatică în dezvoltarea unei discipline ştiinţifice. Această tranziţie este cea conturată mai sus în secţiunea a II-a. Înainte ca tranziţia să aibă loc, un număr de şcoli luptă pentru dominaţie într-o disciplină dată. Apoi, în urma unei realizări ştiinţifice de seamă, numărul şcolilor este mult redus, de obicei la una, şi începe un mod mai eficient de practică ştiinţifică. Aceasta din urmă este ezoterică şi orientată spre rezolvarea *puzzles*-urilor — aşa cum poate fi activitatea unui grup numai atunci când membrii săi consideră fundamentele disciplinei lor drept indiscutabile.

Natura tranziţiei spre maturitate merită o discuţie mai amplă decât a cunoscut-o în această carte, mai ales din partea celor preocupaţi de dezvoltarea ştiinţelor sociale contemporane. În această privinţă, poate fi de folos să subliniez că tranziţia nu necesită (acum cred că nu trebuie) să fie asociată cu prima achiziţie a unei paradigme. Membrii tuturor comunităţilor ştiinţifice, inclusiv şcolile „perioadei preparadigmatice", împărtăşesc categoriile de elemente pe care le-am subsumat împreună termenului de „paradigmă". Ceea ce se schimbă odată cu tranziţia spre maturitate nu este prezenţa unei paradigme, ci mai degrabă natura ei. Numai după schimbare devine posibilă cercetarea normală, rezolvatoare de *puzzles*. Multe din atributele unei ştiinţe dezvoltate, pe care le-am asociat mai sus cu achiziţia unei paradigme, le-aş discuta deci acum ca fiind consecinţe ale achiziţiei tipului de paradigmă care identifică principalele *puzzles*, care oferă chei ale rezolvării lor şi care garantează că profesionistul într-adevăr ingenios va reuşi să le rezolve. Numai cei care au prins curaj, observând că disciplina (sau şcoala) lor dispune de paradigme, au şanse să-şi dea seama că ceva important este sacrificat prin schimbare.

O a doua chestiune, mai importantă cel puţin pentru istorici, priveşte identificarea univocă a comunităţilor ştiinţifice cu teme ştiinţifice — aşa cum rezultă implicit din această carte. Cu alte

cuvinte, m-am exprimat de multe ori ca și cum „optica“, „electricitatea“ și „căldura“, de pildă, trebuie să numească comunități științifice întrucât numesc teme de cercetare. Singura alternativă pe care textul meu pare să o fi admis este că toate aceste teme au aparținut comunității fizicii. Identificările de acest gen nu vor rezista însă, de obicei, unui examen atent — așa cum au subliniat în repetate rânduri colegii mei istorici. Nu exista, de exemplu, nici o comunitate a fizicii înainte de jumătatea secolului al nouăsprezecelea, iar atunci ea s-a format prin fuziunea părților unor comunități anterior separate: matematica și filozofia naturală (*physique expérimentale*). Ceea ce este astăzi temă de cercetare pentru o singură dar largă comunitate fusese în trecut variat distribuit între diverse comunități. Alte teme mai înguste, de exemplu căldura și teoria materiei, au existat vreme îndelungată fără a deveni o sferă de preocupări speciale ale vreunei singure comunități științifice. Atât știința normală cât și revoluțiile sunt însă activități dependente de o comunitate. Pentru a le descoperi și analiza, trebuie mai întâi descifrată schimbarea în timp a structurii comunității științifice. O paradigmă guvernează în primă instanță nu o temă de cercetare ci mai degrabă un grup de practicieni. Orice studiu al cercetării ghidate-de-paradigmă sau care-zdruncină-o-paradigmă trebuie să înceapă prin a localiza grupul sau grupurile responsabile.

Când analiza dezvoltării științifice este astfel abordată, câteva dificultăți ce făcuseră obiectul unor critici au șanse să dispară. Unii comentatori au folosit, de pildă, teoria materiei pentru a arăta că am exagerat vorbind de unanimitatea oamenilor de știință în fidelitatea lor față de paradigmă. Până relativ recent, subliniază ei, acele teorii au fost subiect de permanente dezacorduri și controverse. Sunt de acord cu această apreciere dar nu cred că este un contraexemplu. Teoriile materiei nu au fost, cel puțin până în jurul anului 1920, domeniu special sau temă de cercetare pentru vreo comunitate științifică. Mai degrabă, ele erau instrumente pentru un număr mare de grupuri de specialiști. Membrii diferitelor comunități alegeau uneori instrumente diferite și criticau alegerea făcută de alții. Mai important, încă, este faptul că o teorie a materiei nu este genul de subiect asupra căruia trebuie neapărat să fie de

acord chiar membrii unei singure comunități. Necesitatea acordului depinde de ceea ce constituie preocuparea comunității. Chimia din prima jumătate a secolului al nouăsprezecelea oferă un exemplu în această privință. Deși mai multe dintre instrumentele fundamentale ale comunității — proporția constantă, proporția multiplă și greutățile care se combină — deveniseră un bun comun în urma teoriei atomice a lui Dalton, chimiștii puteau și după aceea să-și bazeze cercetările pe aceste instrumente și să fie în dezacord, uneori vehement, asupra existenței atomilor.

Cred că și alte dificultăți și neînțelegeri vor dispărea în același fel. Pe de o parte, datorită exemplelor pe care le-am ales, iar pe de alta, datorită ambiguității mele în ceea ce privește natura și mărimea comunităților, unii cititori ai acestei cărți au conchis că preocuparea mea vizează în primul rând sau exclusiv revoluții majore, ca acelea legate de numele lui Copernic, Newton, Darwin sau Einstein. O precizare mai clară a structurii comunității va contribui însă la întărirea unei impresii, oarecum diferite, pe care am încercat s-o creez. O revoluție este, pentru mine, un tip deosebit de schimbare ce implică un anumit fel de reconstrucție a opțiunilor de grup. Dar nu trebuie neapărat să fie o schimbare majoră și nici nu trebuie să pară revoluționară celor din afara unei singure comunități, compuse poate din mai puțin de douăzeci și cinci de oameni. Tocmai pentru că acest tip de schimbare, puțin recunoscut sau discutat în literatura de filozofie a științei, apare atât de regulat la aceste dimensiuni mai reduse, schimbarea revoluționară, spre deosebire de cea cumulativă, are atâta nevoie de a fi înțeleasă.

O ultimă modificare, strâns legată de cea precedentă, poate înlesni înțelegerea. Un număr de critici s-au îndoit dacă criza, adică conștiința comună că ceva nu este în regulă, precedă revoluțiile într-atât de invariabil pe cât lăsam să se înțeleagă în textul meu original. Nimic important din argumentul meu nu depinde însă de faptul că crizele sunt o condiție absolută a revoluțiilor; ele trebuie să fie numai preludiul obișnuit, oferind un mecanism de autocorectare care asigură ca rigiditatea științei normale să nu rămână pentru totdeauna necontestată. Revoluțiile se pot produce și pe alte căi, deși cred că aceasta se întâmplă foarte rar. În plus, aș sublinia acum ceea ce nu a reieșit clar mai sus din lipsa unei discuții

adecvate asupra structurii comunității științifice: și anume, că crizele nu trebuie să fie neapărat generate de cercetările comunității care le resimte și care uneori trece printr-o revoluție ca urmare a lor. Noi instrumente ca microscopul electronic sau noi legi ca acelea ale lui Maxwell se pot dezvolta într-o anumită specialitate, dar asimilarea lor poate da loc la o criză într-o altă specialitate.

2. Paradigmele ca o constelație a angajamentelor de grup

Să ne întoarcem acum la paradigme și să ne întrebăm ce ar putea fi ele. Aceasta este problema cea mai importantă, dar și cea mai puțin clarificată în textul meu original. Un cititor binevoitor, care împărtășește convingerea mea că „paradigma" numește elementele filozofice centrale ale cărții, a pregătit un indice parțial analitic și a conchis că termenul este folosit în cel puțin douăzeci și două de sensuri diferite[7]. Acum cred că cele mai multe din acele diferențe se datorează unor inconsecvențe stilistice (de exemplu, legile lui Newton constituie uneori o paradigmă, alteori părți ale unei paradigme, iar uneori elemente paradigmatice) și că ele pot fi eliminate relativ ușor. Dar, după efectuarea acestei munci editoriale, rămân două utilizări foarte diferite ale termenului, care se cer distinse. Utilizarea mai globală va fi discutată în această subsecțiune; cealaltă va fi considerată în următoarea.

După ce a izolat o comunitate particulară de specialiști prin metode ca acelea discutate anterior, cineva se poate întreba: ce au în comun membrii ei care să dea seama de relativa deplinătate a comunicării lor profesionale și de relativa unanimitate a judecăților lor profesionale? La această întrebare textul meu original permite următorul răspuns: o paradigmă sau o mulțime de paradigme. Dar pentru acest sens, spre deosebire de cel care va fi discutat mai jos, termenul este necorespunzător. Oamenii de știință înșiși ar spune că împărtășesc o teorie sau o mulțime de teorii și voi fi bucuros dacă termenul poate fi recuperat, până la urmă, pentru această întrebuințare. Totuși, așa cum este curent folosită

[7] Masterman, *op. cit.*

în filozofia ştiinţei, „teoria" se referă la o structură mult mai limitată ca natură şi domeniu de aplicaţie decât cea necesară aici. Până când termenul va putea fi eliberat de implicaţiile sale curente, confuzia poate fi evitată adoptând altul. Pentru ceea ce ne interesează aici propun termenul de „matrice disciplinară": „disciplinară" întrucât se referă la posesiunea comună a practicienilor unei anumite discipline; „matrice" întrucât este compusă din elemente de diferite feluri, ordonate, fiecare necesitând o specificare ulterioară. Toate sau cele mai multe dintre obiectele supuse angajamentelor de grup şi pe care textul meu original le consideră paradigme, părţi de paradigme sau paradigmatice sunt acum constituenţi ai matricii disciplinare şi, ca atare, formează un întreg şi funcţionează împreună. Ele nu mai pot fi însă discutate ca şi cum ar fi toate la fel. Nu voi încerca aici să alcătuiesc o listă exhaustivă, dar semnalarea principalelor tipuri de componente ale unei matrice disciplinare va clarifica natura abordării mele actuale şi totodată va pregăti terenul pentru următorul argument principal.

O clasă importantă de componente le voi numi uneori „generalizări simbolice", având în vedere acele expresii, folosite fără probleme sau dezacorduri de membrii grupului, care pot fi lesne redate într-o formă logică ca $(x)\ (y)\ (z)\ \varphi(x, y, z)$. Ele sunt componente formale sau lesne formalizabile ale matricii disciplinare. Uneori, ele se află deja în formă simbolică: $f = ma$ sau $I = V/R$. Altele sunt de obicei exprimate în cuvinte: „elementele se combină în proporţie constantă cu greutatea" sau „acţiunea este egală cu reacţiunea". Dacă asemenea expresii nu ar fi general acceptate, nu ar exista nici un fel de repere cărora membrii grupului să le poată asocia tehnicile puternice de manipulare logică şi matematică, în efortul lor de a rezolva *puzzles*. Deşi exemplul taxonomiei arată că ştiinţa normală poate funcţiona cu puţine asemenea expresii, puterea unei ştiinţe pare în general să crească odată cu numărul generalizărilor simbolice de care dispun practicienii ei.

Aceste generalizări seamănă cu legi ale naturii, dar funcţia lor pentru membrii grupului nu este adesea numai aceasta. Uneori, totuşi este: de exemplu, legea Joule-Lenz, $H = RI^2$. Când această lege a fost descoperită, membrii comunităţii ştiau deja ce

însemnau *H, R* şi *I* şi aceste generalizări le spuneau într-un mod simplu ceva ce nu au ştiut înainte despre comportamentul căldurii, curentului şi rezistenţei. Dar mai frecvent, aşa cum indica discuţia anterioară din carte, generalizările simbolice îndeplinesc în acelaşi timp o a doua funcţie — o funcţie care este strict separată, în analizelor lor, de către filozofii ştiinţei. Ca şi $f = ma$ sau $I = V/R$, ele funcţionează în parte ca legi dar, în parte, şi ca definiţii ale unora dintre simbolurile pe care le folosesc. De altfel, echilibrul dintre inseparabila lor forţă legislatoare şi definiţională se schimbă în timp. Într-un alt context, aceste idei ar merita o analiză detaliată, căci natura angajării faţă de o lege este foarte diferită de cea a angajării faţă de o definiţie. Legile pot fi adesea corectate, element cu element, spre deosebire de definiţii care, fiind tautologii, nu pot fi astfel corectate. De pildă, o pare din ceea ce implica acceptarea legii lui Ohm era o redefinire atât a „curentului" cât şi a „rezistenţei"; dacă acei termeni continuau să însemne ceea ce însemnau înainte, legea lui Ohm nu mai putea fi corectă; iată de ce i s-a opus atâta rezistenţă — ceea ce nu s-a întâmplat, de pildă, cu legea lui Joule-Lenz[8]. Probabil că această situaţie este tipică. Bănuiesc acum că toate revoluţiile implică, printre altele, abandonarea unor generalizări a căror forţă fusese anterior şi într-o oarecare măsură asemănătoare celei a tautologiilor. A arătat oare Einstein că simultaneitatea era relativă sau a modificat însăşi noţiunea de simultaneitate? Greşeau pur şi simplu cei care vedeau un paradox în expresia „relativitatea simultaneităţii"?

Să considerăm acum un al doilea tip de componente ale matricii disciplinare despre care au fost spuse multe lucruri în textul meu original la rubrici ca „paradigme metafizice" sau „părţi metafizice ale paradigmelor". Am în vedere opţiuni comune pentru idei cum sunt: căldura este energia cinetică a părţilor constitutive ale corpurilor; toate fenomenele perceptibile se datorează interacţiunii

8 Pentru părţi semnificative ale acestui episod, a se vedea T. M. Brown, „The Electric Current in Early Nineteenth-Century French Physics", Historical *Studies in the Physical Sciences*, I (1969), pp. 61-103 şi Moron Schagrin, „Resistance to Ohm's Law", American *Journal of Physics*, XXI (1963), pp. 536–547.

din vid a atomilor calitativ neutri sau, alternativ, materiei şi forţei sau câmpurilor. Rescriind acum cartea, aş caracteriza aceste opţiuni drept încredere în anumite modele şi aş extinde modelele din această categorie spre a include de asemenea o varietate de modele relativ euristice: circuitul electric poate fi privit ca un sistem hidrodinamic staţionar; moleculele unui gaz se comportă ca nişte minuscule mingi elastice de biliard aflate în mişcare aleatoare. Deşi forţa opţiunilor de grup variază, cu consecinţe importante, de la modele euristice la cele ontologice de-a lungul unui întreg spectru, toate modelele au funcţii similare. Printre altele, ele oferă grupului analogii şi metafore preferate sau admisibile. În acest fel, ele pot determina ceea ce va fi acceptat ca explicaţie sau soluţie a unor *puzzles*; reciproc, ele contribuie la determinarea listei de *puzzles* nerezolvate şi la evaluarea importanţei fiecăruia. De notat, însă că membrii comunităţilor ştiinţifice pot să nu împărtăşească nici măcar modelele euristice, deşi de obicei le împărtăşesc. Am arătat deja că apartenenţa la comunitatea chimiştilor din prima jumătate a secolului al nouăsprezecelea nu implica convingerea în existenţa atomilor.

Un al treilea tip de element din matricea disciplinară îl voi caracteriza aici drept valori. De obicei, acestea sunt mai larg împărtăşite de diferite comunităţi decât generalizările simbolice sau modelele, oferind astfel un sentiment de comunitate oamenilor de ştiinţă în ansamblu. Deşi funcţionează în toate timpurile, importanţa deosebită a valorilor reiese atunci când membrii unei anumite comunităţi trebuie să identifice o criză sau, mai târziu, să aleagă între moduri incompatibile de a-şi practica disciplina. Probabil cele mai profunde valori privesc predicţiile: acestea trebuie să fie precise; predicţiile cantitative sunt preferabile celor calitative; oricare ar fi marja erorilor tolerabile, ele trebuie să fie consistent satisfăcute într-un anumit domeniu; şi aşa mai departe. Există de asemenea valori folosite în evaluarea unor întregi teorii: ele trebuie, mai întâi de toate, să permită formularea şi rezolvarea *puzzles*-urilor; acolo unde este posibil, ele trebuie să fie simple, consistente şi plauzibile, adică compatibile cu alte teorii folosite în mod curent. (Cred acum că o slăbiciune a textului meu original constă în aceea că a acordat atât de puţină atenţie unor valori cum

sunt consistenţa internă şi externă, în considerarea izvoarelor crizei şi a factorilor ce determină alegerea teoriei.) Există şi alte feluri de valori — de pildă, ştiinţa este obligată (sau nu) să fie social utilă —, dar cele spuse mai înainte pot indica ceea ce a în vedere.

Există totuşi u aspect al valorilor comune care cere o menţiune specială. Într-o măsură mai mare decât alte tipuri de componente ale matricii disciplinare, valorile pot fi împărtăşite de oamenii care diferă în felul în care le aplică. Judecăţile asupra preciziei sunt relativ stabile de la o perioadă la alta şi de la un membru al unui grup particular la altul. Dar judecăţile asupra simplităţii, consistenţei, plauzibilităţii etc. diferă adesea considerabil de la individ la individ. Ceea ce fusese pentru Einstein o inconsistenţă de nesuportat în vechea teorie cuantică şi care făcea pentru el imposibilă realizarea ştiinţei no r ale, a fost pentru Bohr şi alţii o dificultate pe care puteai să te aştepţi să fie rezolvată cu mijloace no r ale. Mai important este însă faptul că, în acele situaţii în care valorile trebuie aplicate, diferite valori luate separat vor dicta adeseori alegeri diferite. O teorie poate fi mai precisă dar mai puţin consistentă sau plauzibilă decât alta; din nou vechea teorie cuantică oferă un exemplu. Pe scurt, deşi valorile sunt larg împărtăşite de oamenii de ştiinţă şi deşi angajarea faţă de ele este nu numai profundă dar şi constitutivă ştiinţei înseşi, aplicarea valorilor este uneori considerabil afectată de trăsăturile personalităţii şi de biografiile individuale care îi diferenţiază pe membrii grupului.

Multor cititori li s-a părut că această caracterizare a funcţionării valorilor comune este o slăbiciune majoră a poziţiei mele. Din cauză că stărui să afirm că ceea ce au în comun oamenii de ştiinţă nu este suficient pentru a p r duce un asentiment unanim asupra unor chestiuni ca alegerea între teorii rivale sau distincţia între o anomalie obişnuită şi una generatoare de criză, am fost uneori acuzat că elogiez subiectivitatea şi chiar iraţionalitatea[9]. Dar această

[9] A se vedea mai ales: Dudley Shapere, „Meaning and Scientific Change" în *Mind and* Cosmos: Essays *in Contemporary Science and Philosophy*, The University of Pitsburgh Series in the Philosophy of Science, III (Pittsburgh, 1966), pp. 41–85; Israel Scheffler, Science *and Subjectivity* (New York, 1967); şi eseurile lui Sir Karl Popper şi Imre Lakatos în *Growth of Knowledge.*

reacție ignoră două caracteristici evidențiate de judecățile de valoare din orice domeniu. În primul rând, valorile comune pot fi determinanți imporanți ai comportamentului de grup chiar dacă membrii grupului nu le aplică în același fel. (Dacă lucrurile nu ar sta astfel, nu ar exista nici o problemă filozofică *specială* privind teoria valorilor sau estetica.) Oamenii nu pictau toți la fel în timpul perioadelor când reprezentarea era valoarea primordială, dar modul de dezvoltare al artelor plastice s-a schimbat în mod brusc când această valoare a fost abandonată[10]. Să ne imaginăm ce s-ar întâmpla în știință dacă consistența ar înceta să mai fie o valoare primordială.

În al doilea rând, variabilitatea individuală în aplicarea valorilor comune poate îndeplini funcții esențiale pentru știință. Momentele în care valorile trebuie aplicate sunt invariabil și cele în care trebuie asumate riscuri. Cele mai multe anomalii sunt rezolvate prin mijloace normale; cele mai multe propuneri de noi teorii se dovedesc greșite. Dacă toți membrii unei comunități ar lua fiecare anomalie drept o sursă de criză sau dacă ar îmbrățișa fiecare nouă teorie propusă de u coleg, știința ar înceta să mai existe. Dacă, pe de altă parte, nimeni nu ar reacționa la anomalii sau la teoriile noi pe căi care implică riscuri mari, nu ar mai exista decât puține sau nici un fel de revoluții. În asemenea chestiuni, mai curând recursul la valori comune decât la regulile comune care guvereează alegerea individuală poate reprezenta modul în care comunitatea științifică își distribuie riscurile și își asigură succesul pe termen lung.

Să ne oprim acum asupra unui al patrulea tip de element din matricea disciplinară, ultimul despre care voi vorbi aici, deși mai sunt și altele. În acest caz, termenul de „paradigmă“ ar fi întru totul corespunzător, atât filologic cât și autobiografic; componentul de opțiuni comune ale unui grup m-a determinat prima dată să aleg acest cuvânt. Pentru că termenul și-a dobândit o viață proprie, îl voi înlocui aci cu cel de „exemplaritate“*. Prin el înțeleg, inițial,

[10] Vezi începutul secțiunii a XIII-a.

* Înțelesul termenului „exemplar“, introdus de Kuhn, ar putea fi redat în limba română prin „rezolvare exemplară în probleme concrete“ sau „exemplu tipic (standard) de rezolvare de probleme“. Pentru concizie, în

soluțiile concrete la problemele pe care studenții le întâlnesc de la începutul educației lor științifice — în laboratoare, la examene sau la sfârșitul capitolelor de manuale. La aceste exemple comune trebuie însă adăugate cel puțin unele dintre soluțiile problemelor tehnice în literatura periodică pe care oamenii de știință o consultă în cursul carierei lor de cercetare posteducațională și care, de asemenea, le arată, prin exemple, cum trebuie să-și facă meseria. Mai mult decât alte feluri de componente ale matricii disciplinare, diferențele dintre mulțimile de exemplarități redau structura fină a comunității științei. Toți fizicienii, de exemplu, încep prin a învăța aceleași exemplarități: probleme cum ar fi planul înclinat, pendulul conic și orbitele lui Kepler; instrumente cum ar fi calorimetrul, vernierul sau puntea Wheatstone. Pe măsură ce pregătirea lor avansează, generalizările simbolice pe care le împărtășesc sunt însă tot mai mult ilustrate de exemplarități diferite. Deși atât fizicienii corpului solid cât și cei ai teoriei câmpului împărtășesc ecuația lui Schrödinger, numai aplicațiile mai elementare sunt comune ambelor grupuri.

3. Paradigmele ca exemple comune

Paradigma ca exemplu comun este elementul central a ceea ce consider acum drept aspectul cel mai nou și mai puțin înțeles al acestei cărți. Exemplaritățile vor cere deci mai multă atenție decât celelalte tipuri de componente ale matricii disciplinare. Filozofii științei nu au discutat de obicei probleme întâlnite de un student în laboratoare sau în manuale, deoarece se crede că acestea constituie numai aplicarea practică a ceea ce studentul știe deja. Se spune că el nu poate rezolva deloc probleme până când nu a învățat mai întâi teoria și unele reguli de a o aplica. Cunoașterea științifică este încorporată în teorie și reguli; problemele sunt date pentru a facilita aplicarea lor. Am încercat să argumentez însă că această localizare a conținutului cognitiv al științei este greșită. După ce studentul a rezolvat multe probleme, el nu poate câștiga decât

---

traducerea de față au fost adoptate drept corespondenți în română expresiile „exemplaritate“, „caz exemplar“, și „exemplu comun“.

dexteritate pentru a rezolva mai multe. Dar la început şi câtăva vreme după aceea, a face probleme înseamnă a învăţa lucruri importante despre natură. În absenţa unor asemenea exemplarităţi, legile şi teoriile pe care studentul le-a învăţat înainte vor avea un conţinut empiric redus.

Pentru a explicita ce am în vedere, voi reveni puţin la generalizările simbolice. Un exemplu foarte comun este a doua lege newtoniană a mişcării, scrisă în general sub forma $f = ma$. Sociologul, să zicem, sau lingvistul care descoperă că expresia corespunzătoare este rostită şi recepţionată, fără probleme, de către membrii unei comunităţi date nu va fi aflat prea mult, fără o serioasă investigaţie suplimentară, despre ceea ce înseamnă expresia sau termenii ei, despre modul în care oamenii de ştiinţă asociază expresia respectivă naturii. Într-adevăr, faptul că ei o acceptă fără discuţie şi o folosesc ca un moment prin care sunt introduse operaţii logice şi matematice nu implică de la sine că ei sunt de acord asupra unor chestiuni cum ar fi semnificaţia şi aplicaţiile ei. Fireşte, ei sunt de acord într-o mare măsură, ceea ce ar reieşi curând din discuţiile lor ulterioare. Dar cineva se poate întreba în ce moment şi prin ce mijloace ajung ei să cadă de acord. Cum au învăţat ei, în faţa unei situaţii experimentale date, să aleagă forţele, masele şi acceleraţiile relevante?

În practică, ceea ce studenţii trebuie să înveţe este chiar mai complicat, deşi acest aspect al situaţiei nu este decât rar sau niciodată observat. Nu este adevărat că operaţiile logice şi matematice se aplică direct la expresia $f = ma$. Examinată mai atent, această expresie se dovedeşte a fi schema unei legi. Pe măsură ce studentul sau omul de ştiinţă trece de la o situaţie problematică la alta, generalizarea simbolică la care se aplică operaţiile respective se schimbă. Pentru căderea liberă, $f = ma$ devine $mg = m\, d^2s/dt^2$; pentru pendulul simplu, se transformă în $mg \sin \theta = -ml\, d^2\theta/dt^2$; pentru o pereche de oscilatori armonici în interacţiune se transformă în două ecuaţii, dintre care prima poate fi scrisă ca $m_1 d^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(s_2 - s_1 + d)$; iar pentru situaţii mai complexe, cum ar fi giroscopul, ia alte forme a căror similitudine cu $f = ma$ este tot mai greu de descoperit. Totuşi, învăţând să identifice forţe, mase şi acceleraţii într-o varietate de situaţii fizice neîntâlnite până

atunci, studentul a învățat de asemenea să conceapă versiunea corespunzătoare a lui *f = ma* prin care să le coreleze — adeseori, o versiune pentru care nu întâlnise înainte nici un echivalent literal. Cum a învățat să facă acest lucru?

Aici ne poate fi de folos un fenomen familiar atât studenților în științe cât și istoricilor științei. Cei dintâi relatează regulat că au citit un capitol din manual, l-au înțeles perfect dar că totuşi au avut greutăți în a rezolva unele din problemele de la sfârşitul capitolului. De obicei greutățile dispar în acelaşi fel. Cu sau fără ajutorul asistentului, studentul descoperă un mod de a vedea problema ca fiind *asemănătoare* unei probleme deja întâlnite. Văzând asemănarea şi înțelegând analogia dintre două sau mai multe probleme distincte, el poate corela simboluri şi le poate atribui naturii pe căi ce s-au dovedit eficace înainte. Schema legii, să zicem *f = ma*, a funcționat ca un instrument, informându-l pe student ce similarități să caute, semnalându-i *gestalt*-ul în termenii căruia trebuie văzută situația. Capacitatea ce rezulta de aici, de a vedea o varietate de situații ca fiind asemănătoare, ca subiecte pentru *f = ma* sau pentru alte generalizări simbolice, este, după părerea mea, principalul lucru pe care îl dobândeşte un student rezolvând probleme-exemplare, fie cu creionul şi hârtia, fie în laborator. După ce a rezolvat un anumit număr de probleme, care poate varia foarte mult de la un individ la altul, el concepe situațiile cu care este confruntat ca om de ştiință aflat sub influența aceluiaşi *gestalt* ca şi ceilalți membri ai grupului său profesional. Pentru el, acestea nu mai sunt aceleaşi situații pe care le întâlnise la începutul pregătirii sale. Între timp, el a asimilat un mod de a vedea lucrurile, verificat în timp şi autorizat de grupul său.

Rolul relațiilor de similaritate învățate se manifestă de asemenea clar în istoria ştiinței. Oamenii de ştiință rezolvă *puzzles* modelându-le după soluțiile unora anterioare, adesea recurgând extrem de puțin la generalizări simbolice. Galilei a descoperit că o bilă care se rostogoleşte în jos pe un plan înclinat câştigă destulă viteză pentru a se întoarce la aceeaşi înălțime verticală pe un al doilea plan înclinat, oricare ar fi panta sa; el a învățat să vadă această situație experimentală ca asemănătoare pendulului cu un punct material în locul greutății de la capătul firului. Huyghens

a rezolvat apoi problema centrului de oscilaţie a pendulului fizic, imaginându-şi că întregul corp al acestuia din urmă era compus din pendule simple de tipul celor ale lui Galilei, legăturile dintre ele putând fi instantaneu desfăcute în orice punct al oscilaţiei. După ce legăturile au fost desfăcute, pendulele simple individuale vor oscila liber, dar centrul lor colectiv de greutate, când fiecare atinge punctul cel mai înalt, se va ridica, asemeni pendulului lui Galilei, numai la înălţimea de la care centrul de greutate al pendulului fizic a început să cadă. În sfârşit, Daniel Bernoulli a descoperit modul în care debitul de apă printr-un orificiu poate fi făcut să semene cu pendulul lui Huyghens. Să determinăm mai întâi coborârea centrului de greutate al apei dintr-un rezervor şi din jetul format într-un interval infinitezimal de timp. Să ne imaginăm că fiecare particulă de apă se mişcă apoi în sus până la înălţimea maximă pe care o poate atinge cu viteza câştigată în acel interval. Ridicarea centrului de greutate al particulelor individuale trebuie atunci să fie egală cu coborârea centrului de greutate al apei din rezervor. Din această concepere a problemei a reieşit imediat atât de mult căutata viteză de curgere[11].

Exemplul dat ar trebui să înceapă să clarifice ce înţeleg prin a învăţa din probleme să vezi situaţii ca fiind asemănătoare, ca puncte de aplicare ale aceleiaşi legi sau scheme de legi ştiinţifice. În acelaşi timp, exemplul ar trebui să demonstreze de ce mă refer la cunoaşterea indirectă a naturii dobândită în cursul învăţării relaţiei de similaritate şi apoi încorporată mai degrabă într-un mod de a concepe situaţiile fizice, decât în reguli şi legi. Cele trei probleme din exemplu, tipice pentru fizicienii secolului al optsprezecelea, au în vedere numai o singură lege a naturii. Cunoscută ca

[11] Pentru exemplificare, vezi René Dugas, *A History of Mechanics*, trad. J. R. Maddox (Neuchâtel, 1955), pp. 135–136, 186–193 şi Daniel Bernoulli, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum* (Strasbourg, 1738), Sec. III. În legătură cu gradul în care a progresat mecanica în cursul primei jumătăţi a secolului al optsprezecelea, modelând soluţiile unor probleme după altele, vezi Clifford Truesdell „Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*", *Texas Quarterly*, X (1967), pp. 238–258.

principiul *vis viva*, ea este de obicei formulată astfel: „Coborârea reală este egală cu urcarea potențială". Aplicarea legii de către Bernoulli ar trebui să sugereze bogăția ei în consecințe. Totuși, enunțul verbal al legii, luat în sine, este virtual neputincios. Prezentați-l unui student în fizică; el cunoaște cuvintele și poate rezolva toate aceste probleme, dar folosește astăzi mijloace diferite. Apoi imaginați-vă ceea ce ar putea spune cuvintele (deși toate bine cunoscute) unui om care nu cunoaște nici măcar problemele. Pentru el, generalizarea poate începe să funcționeze numai atunci când a învățat să recunoască „coborârile reale" și „urcările potențiale" ca ingredienți ai naturii și aceasta înseamnă a învăța ceva, anterior legii, despre situațiile pe care natura le dezvăluie sau nu. Acest gen de învățare nu se obține exclusiv pe căi verbale, ci mai degrabă survine pe măsură ce cuvintele sunt învățate împreună cu exemplele concrete privind modul în care ele funcționează; natura și cuvintele sunt învățate împreună. Pentru a mai împrumuta o dată reușita expresie a lui Michael Polanyi, ceea ce rezultă din acest proces este o „cunoaștere tactică", ce este învățată mai curând practicând știința decât dobândind reguli pentru a o practica.

4. Cunoaștere tacită și intuiție

Referirea la cunoașterea tacită și respingerea concomitentă a regulilor evidențiază o altă problemă care i-a iritat pe mulți dintre criticii mei și care părea să justifice acuzațiile de subiectivitate și iraționalitate. Unii cititori au avut senzația că încercam să întemeiez știința pe intuiții individuale neanalizabile, mai degrabă decât pe logică și lege. Dar această interpretare greșește în două privințe esențiale. În primul rând, dacă am vorbit vreodată despre intuiții, acestea nu erau individuale. Mai degrabă, ele sunt bunurile comune și verificate ale membrilor unui grup încununat de succes, iar novicele le deprinde prin învățare, ca parte a pregătirii sale pentru a intra în acel grup. În al doilea rând, ele nu sunt în principiu neanalizabile. Dimpotrivă, sunt în curs de a experimenta un program de calculator menit să investigheze proprietățile lor la un nivel elementar.

Despre acest program nu voi avea nimic de spus aici[12], dar chiar menţionarea lui ar putea să fie un argument esenţial al meu. Când vorbesc de cunoaştere încorporată în exemplarităţi comune, nu mă refer la un mod de cunoaştere mai puţin sistematic sau mai puţin analizabil decât cunoaşterea încorporată în reguli, legi sau criterii de identificare. În schimb, am în vedere o manieră de cunoaştere care este deformată dacă o reconstruim în termeni de reguli mai întâi abstrase din exemplarităţi şi apoi funcţionând în locul acestora. Sau, formulând altfel aceeaşi idee, când vorbesc despre dobândirea, pe baza exemplarităţilor, a capacităţii de a recunoaşte o situaţie dată ca similară cu unele şi diferită de altele văzute înainte, nu subînţeleg un proces care, potenţial, nu ar fi pe deplin explicabil în termenii mecanismelor neuro-cerebrale. În schimb, susţin că explicaţia, prin natura sa, nu va răspunde la întrebarea: „Similar în raport cu ce?" Această întrebare solicită o regulă, sau, în acest caz, criterii pe baza cărora situaţii particulare sunt grupate în mulţimi similare; eu argumentez că, în acest ca, trebuie să rezistăm tentaţiei de a căuta criterii (sau cel puţin o mulţime completă de criterii). Mă opun însă nu unui sistem, ci unui tip particular de sistem.

Pentru a da substanţă acestui argument, va trebui să fac o scurtă digresiune. Ceea ce urmează mi se pare acum evident, deşi recurgerea permanentă, în textul original, la expresii ca „lumea se schimbă" arată că lucrurile nu au stat astfel întotdeauna. Dacă doi oameni stau în acelaşi loc şi privesc în aceeaşi direcţie trebuie, pentru a nu cădea în solipsism, să conchidem că ei recepţionează stimuli aproape similari. (Dacă amândoi şi-ar putea îndrepta privirea în acelaşi loc, stimulii ar fi identici.) Dar oamenii nu văd stimuli; modul în care cunoaştem stimulii este foarte teoretic şi abstract. În schimb, oamenii au senzaţii şi nu suntem deloc obligaţi să presupunem că senzaţiile celor doi privitori sunt aceleaşi. (Scepticii şi-ar putea aminti că fenomenul pe care îl numim astăzi daltonism nu a fost nicăieri observat înainte ca John Dalton să-l fi descris, în 1794.) Dimpotrivă, numeroase procese nervoase au

[12] Unele informaţii asupra acestui subiect pot fi găsite în „Second Thoughts".

loc între recepționarea unui stimul și conștientizarea unei senzații. Printre puținele lucruri pe care le știm cu siguranță notăm că stimuli foarte diferiți pot produce aceleași senzații, că același stimul poate produce senzații foarte diferite și, în sfârșit, că drumul de la stimul la senzație este în parte condiționat de educație. Indivizi crescuți în societăți diferite se comportă în unele ocazii ca și cum ar vedea lucruri diferite. Dacă nu am fi tentați să identificăm univoc stimulii cu senzațiile, a putea admite că indivizii respectivi văd într-adevăr lucruri diferite.

Să observăm acum că două grupuri, ai căror membri au în mod sistematic senzații diferite la primirea acelorași stimuli, trăiesc *într-un sens* în lumi diferite. Postulăm existența stimulilor pentru a explica percepțiile noastre asupra lumii și postulăm invariabilitatea lor pentru a evita solipsismul atât individual cât și social. Nu am nici cea mai mică rezervă în legătură cu vreunul din aceste postulate. Dar lumea noastră este populată, în primă instanță, nu de stimuli, ci de obiectele senzațiilor noastre, și acestea pot să fie diferite de la individ la individ sau de la grup la grup. În măsura în care, firește, indivizii aparțin aceluiași grup și împărtășesc astfel o educație, un limbaj, o experiență și o cultură, avem toate motivele să presupunem că senzațiile lor sunt aceleași. Cum am putea altfel înțelege deplinătatea comunicării lor și aspectele comune ale reacțiilor lor comportamentale la mediu? Ei trebuie să vadă lucruri și să prelucreze stimuli în aproape același fel. Dar acolo unde începe diferențierea și specializarea grupurilor, nu mai avem dovezi similare cu privire la invariabilitatea senzațiilor. Bănuiesc că numai parohialismul (spiritul îngust de cerc) ne face să presupunem că drumul de la stimuli la senzații este același pentru membrii tuturor grupurilor.

Reîntorcându-ne acum la exemplarități și reguli, ceea ce am vrut să sugerez, chiar într-o formă preliminară, este următorul lucru. Una din metodele fundamentale prin care membrii unui grup (fie o întreagă cultură fie o subcomunitate de specialiști din cadrul ei) învață să vadă aceleași lucruri când sunt confruntați cu aceiași stimuli este de a li se arăta exemple de situații pe care predecesorii lor din grup învățaseră deja să le vadă ca asemănătoare între ele și diferite de alte feluri de situații. Aceste situații similare pot fi

prezentări senzoriale succesive ale aceluiaşi individ — să zicem, ale mamei, care în cele din urmă este recunoscută vizual ca ceea ce este şi ca diferită de tată sau soră. Ele pot fi de asemenea prezentări ale membrilor familiilor naturale, de pildă, ale lebedelor, pe de o parte, şi ale gâştelor, pe de alta. Sau, pentru membrii unor grupuri mai specializate, ele pot fi exemple ale situaţiilor newtoniene, adică ale situaţiilor care sunt asemănătoare prin aceea că se supun unei versiuni a formei simbolice $f = ma$ şi care sunt diferite de acele situaţii cărora li se aplică, de exemplu, formulele legilor opticii.

Să admitem deocamdată că lucrurile stau astfel. Ar trebui oare să spunem că ceea ce a fost dobândit pe baza exemplarităţilor s u t reguli şi capacitatea de a le aplica? Această interpretare este tentantă deoarece modul nostru de a vedea o situaţie asemenea altora pe care le-am întâlnit înainte trebuie să fie rezultatul proceselor nervoase guvernate întru totul de legi fizice şi chimice. În acest sens, odată ce am învăţat-o, recunoaşterea similarităţii trebuie să fie sistematică, la fel ca şi bătaia inimilor noastre. Dar însăşi această paralelă sugerează că recunoaşterea poate fi de asemenea involuntară, un proces asupra căruia nu avem nici un control. Dacă aşa este, atunci nu îl putem concepe ca un proces pe care îl dirijăm aplicând reguli şi criterii. A vorbi despre el în aceşti termeni lasă să se înţeleagă că avem acces la alternative, că am putea, de pildă, să încălcăm o regulă sau să aplicăm greşit un criteriu sau să experimentăm un alt mod de a vedea[13]. Adică, cred eu, tocmai lucrurile pe care nu le putem face.

Sau, mai precis, sunt lucruri pe care nu le putem face decât după ce am avut o senzaţie şi am perceput ceva. Atunci, căutăm adesea criterii şi le punem în aplicare. Atunci ne putem angaja în interpretare, un proces deliberat prin care alegem între alternative,

---

[13] Acest argument putea să nu fie necesar dacă toate legile ar fi fost asemănătoare celor ale lui Newton, iar toate regulile asemănătoare celor Zece Porunci. În acest caz, expresia „încălcarea unei legi“ ar fi un nonsens, iar respingerea regulilor nu ar părea să sugereze un proces neguvemat de lege. Din păcate, legile circulaţiei şi alte produse asemănătoare ale legislaţiei pot fi încălcate, ceea ce facilitează confuzia.

ceea ce nu putem face în percepția însăși. Poate, de pildă, este ceva ciudat în legătură cu ceea ce am văzut (să ne amintim cărțile de joc anormale). Cotind la o intersecție, o vedem pe mama intrând într-un magazin din centru la o oră când o credeam acasă. Reflectând la ceea ce am văzut, exclamăm deodată: „Nu era mama, căci ea are păr roşu!“ Intrând în magazin vedem din nou femeia și nu putem înțelege cum am putut s-o luăm drept mama. La fel, când vedem penele cozii unei păsări de apă, căutându-şi hrana pe fundul unui iaz, ne întrebăm: „este o lebădă sau o gâscă?“ Reflectăm la ceea ce am văzut, comparând mental penele cu cele ale lebedelor și gâştelor văzute înainte. Sau, poate, fiind proto-savanți, dorim pur şi simplu să cunoaştem unele caracteristici generale (albul lebedelor, de exemplu) ale membrilor unei familii naturale pe care îi putem recunoaşte deja cu uşurință. Din nou reflectăm la ceea ce am perceput anterior, căutând ceea ce au comun membrii unei familii date.

Toate acestea sunt procese deliberative, în cadrul cărora căutăm şi aplicăm criterii şi reguli. Încercăm, adică, să interpretăm senzațiile a v te, să analizăm ceea ce este datul pent r noi. Oricum am face acest lucru, procesele implicate trebuie să fie în cele din urmă nervoase şi deci guvernate de aceleaşi legi *fizico-chimice* care guvernează percepția, pe de o parte, şi bătaia inimilor noastre, pe de alta. Dar faptul că sistemul ascultă de aceleași legi în toate cele trei cazuri nu ne îndreptățește să presupunem că aparatul nostru nervos este programat să opereze similar în interpretare ca şi în percepție sau în amândouă ca în bătăile inimilor noastre. În această carte, m-am opus aşadar încercării tradiționale, de la Descartes încoace dar nu dinaintea lui, de a analiza percepția ca pe un proces de interpretare, ca pe o versiune inconştientă a ceea ce facem după ce am perceput.

Ceea ce face ca integritatea percepției să fie demnă de subliniat este, fireşte, faptul că atât de multă experiență trecută este încorporată în aparatul nervos care transformă stimulii în senzații. Un mecanism perceptual programat în mod adecvat are o valoare de supraviețuire. A spune că membrii diferitelor grupuri pot avea percepții diferite când primesc aceiași stimuli nu implică faptul că ei pot avea chiar orice percepții. În numeroase ambianțe, un

grup care nu ar putea distinge lupii de câini nu ar putea supravieţui. La fel cum un grup de specialişti în fizica nucleară nu ar supravieţui astăzi ca oameni de ştiinţă dacă nu ar fi în stare să recunoască urmele lăsate de particulele alfa sau de electroni. Tocmai pentru că atât de puţine moduri de a vedea vor fi satisfăcătoare din acest punct de vedere, cele care au rezistat testelor folosite de grup, ele merită să fie transmise din generaţie în generaţie. De asemenea, deoarece au fost selectate pentru succesul lor de-a lungul istoriei, trebuie să înţelegem experienţa şi cunoaşterea naturii ca fiind încorporate în circuitul stimul–senzaţie.

Poate „cunoaştere“ nu este cuvântul nimerit, dar avem motive pentru a-l folosi. Factorul constitutiv procesului nervos care transformă stimulii în senzaţii are următoarele caracteristici: a fost transmis prin educaţie; a fost găsit, prin încercări, mai eficace decât competitorii săi istorici din mediul curent al grupului; şi, în sfârşit, este supus schimbării atât prin educaţie ulterioară cât şi prin descoperirea unor nepotriviri cu mediul. Acestea sunt caracteristici ale cunoaşterii şi ele motivează folosirea termenului. Dar este o folosire stranie, căci lipseşte o altă caracteristică. Nu avem nici un acces direct la ceea ce este ceea ce cunoaştem, nici o regulă sau generalizare cu care să exprimăm această cunoaştere. Regulile care ar putea oferi acest acces s-ar referi la stimuli şi nu la senzaţii, iar stimulii îi putem cunoaşte numai printr-o teorie elaborată. În lipsa ei, cunoaşterea încorporată în circuitul stimul–senzaţie rămâne tacită.

Deşi sunt evident preliminare şi pot să nu fie corecte în toate detaliile, cele spuse înainte despre senzaţie sunt înţelese literal. În ultimă instanţă, este o ipoteză despre vedere care trebuie supusă investigaţiei experimentale, deşi probabil nu unui control direct. Dar o asemenea discuţie despre vedere şi senzaţie are aici şi funcţii metaforice ca, de altfel, şi în corpul lucrării propriu-zise. Noi nu *vedem* electroni, ci, mai degrabă, urmele lor sau bule de vapori într-o cameră de ceaţă. Nu *vedem* deloc curenţi electrici, ci mai curând acul unui ampermetru sau galvanometru. Totuşi, în paginile anterioare, mai ales în secţiunea X, m-am exprimat frecvent ca şi cum am percepe entităţi teoretice precum curenţi, electroni şi câmpuri, ca şi cum am fi învăţat să procedăm astfel din

examinarea exemplarităţilor şi ca şi cum în aceste cazuri a fi fost greşit să înlocuim discuţia despre vedere cu o discuţie despre criterii şi interpretare. Metafora care transferă „vederea“ în asemenea contexte nu prea oferă o bază suficientă pentru asemenea afirmaţii. În ultimă instanţă, ea trebuie eliminată în favoarea unui mod mai exact de prezentare.

Programul pentru calculator, menţionat mai sus, începe să sugereze căile pe care s-ar putea realiza acest lucru, dar nici spaţiul disponibil, nici gradul înţelegerii mele actuale nu îmi permit să elimin aici metafora[14]. În schimb, voi încerca pe scurt să o încadrez. A vedea picături de apă sau un ac pe o scală numerică este o experienţă perceptuală primitivă pentru cel nefamiliarizat cu camere de ceaţă sau ampermetre. Ea necesită, aşadar, contemplare, analiză şi interpretare (sau intervenţia unei autorităţi exterioare) înainte ca să se poată obţine concluzii cu privire la electroni sau curenţi. Dar poziţia omului care a învăţat despre aceste instrumente şi are o mare experienţă exemplară în privinţa lor este foarte diferită şi există diferenţe corespunzătoare în modul în care el prelucrează stimulii ce îi vin de la ele. Privind vaporii emanaţi de respiraţia sa într-o după-amiază rece de iarnă, senzaţia sa poate fi aceeaşi cu a unui profan, dar privind o cameră de ceaţă el vede (aici textual)

[14] Pentru cititorii studiului "Second Thoughts“ următoarele remarci criptice pot fi de folos. Posibilitatea recunoaşterii imediate a membrilor familiilor naturale depinde de existenţa, după prelucrarea neurală, a unui spaţiu perceptual vid între familiile care trebuie discriminate. Dacă, de exemplu, ar exista în perceperea păsărilor de apă un continuum, de la gâşte la lebede, am f obligaţi să introducem un criteriu specific pentru a le distinge. O observaţie similară poate fi făcută cu privire la entităţile neobservabile. Dacă o teorie fizică nu admite existenţa a nimic asemănător curentului electric, atunci un număr redus de criterii, care poate varia considerabil de la caz la caz, va fi suficient pentru a identifica curenţi, chiar dacă nu există nici o mulţime de reguli care să specifice condiţii necesare şi suficiente pentru identificarea lor. Această idee sugerează un corolar plauzibil care poate fi mai important. Iată-l. Fiind date o mulţime de condiţii necesare şi suficiente pentru identificarea unei entităţi teoretice, acea entitate poate fi eliminată din ontologia unei teorii prin substituţie. În absenţa unor asemenea reguli însă, aceste entităţi nu sunt eliminabile; teoria reclamă în acest caz existenţa lor.

nu picături, ci urme de electroni, de particule alfa etc. Aceste urme, dacă vreţi, sunt criterii pe care el le interpretează ca indici ai prezenţei particulelor corespunzătoare; dar este o cale nu numai mai scurtă, ci şi diferită de cea urmată de omul care le interpretează ca picături.

Sau să ne gândim la omul de ştiinţă care inspectează un ampermetru pentru a determina numărul la care s-a oprit acul. Senzaţia sa este probabil aceeaşi cu a profanului, mai ales dacă acesta din urmă a citit înainte şi alte genuri de aparate de măsură. Dar el a văzut un astfel de aparat (din nou adesea textual) în contextul unui întreg circuit şi ştie ceva despre structura sa internă. Pentru el, poziţia acului este un criteriu, dar numai al *valorii* curentului. Pentru a o interpreta, el trebuie doar să stabilească pe ce scală trebuie citit aparatul de măsură. Pentru profan, în schimb, poziţia acului nu este decât un indicator al ei înseşi şi nimic altceva. Pentru a-l interpreta, el trebuie să examineze întreaga articulaţie de fire, internă şi externă, să experimenteze bateriile şi magneţii ş.a.m.d. În sensul metaforic ca şi literal al termenului „a vedea“, interpretarea începe acolo unde sfârşeşte percepţia. Cele două procese nu sunt identice, iar ceea ce percepţia lasă interpretării să completeze depinde în mod efectiv de natura şi volumul experienţei şi pregătirii anterioare.

5. Exemplarităţi, incomensurabilitate şi revoluţii

Cele de mai sus oferă o bază pentru clarificarea unui alt aspect al cărţii: şi anume, remarcile mele asupra incomensurabilităţii şi consecinţele lor pentru oamenii de ştiinţă angajaţi în controversele privind alegerea între teorii succesive[15]. În secţiunile a X-a şi a XII-a, am argumentat că părţile angajate în asemenea controverse văd în mod inevitabil diferit anumite situaţii experimentale sau observaţionale la care ambele au acces. Deoarece însă vocabularele în care discută asemenea situaţii sunt compuse, predominant, din aceiaşi termeni, părţile sunt nevoite să atribuie naturii unii din aceşti

15 Argumentele care urmează sunt expuse mai detaliat în secţiunile a V-a şi a VI-a din „Reflections“.

termeni în mod diferit, astfel încât comunicarea lor este inevitabil parțială. În consecință, superioritatea unei teorii asupra alteia nu poate fi dovedită în cursul controversei. În schimb, cum arătam, fiecare parte trebuie să încerce, prin persuasiune, să o convertească pe cealaltă. Numai filozofii au deformat serios semnificația acestor aspecte ale argumentării mele. Unii dintre ei au afirmat că am în vedere următoarele[16]: partizanii teoriilor incomensurabile nu pot comunica deloc unii cu alții; drept urmare, într-o dispută asupra alegerii teoriei nu se poate apela la rațiuni *întemeiate*; dimpotrivă, teoria trebuie aleasă din rațiuni care sunt, în ultimă instanță, personale și subiective; un fel de apercepție mistică este răspunzătoare pentru decizia luată. Mai mult decât oricare alte părți ale cărții, pasajele pe care se bazează aceste deformări sunt răspunzătoare pentru acuzațiile de iraționalitate.

Să ne oprim mai întâi asupra remarcilor mele privind demonstrația. Ideea pe care am încercat să o avansez este simplă și de multă vreme familiară în filozofia științei. Controversele privind alegerea unei teorii nu pot fi exprimate într-o formă care să semene întru totul cu o demonstrație logică sau matematică. În aceasta din urmă, premisele și regulile de inferență sunt stipulate de la început. Dacă există un dezacord în privința concluziilor, părțile aflate în conflict pot reface pașii demonstrației, unul câte unul, controlându-l pe fiecare în raport cu stipulările inițiale. La capătul acestui proces, una sau cealaltă dintre părți trebuie să admită că a făcut o greșeală, că a încălcat o regulă acceptată în prealabil. După această recunoaștere, partea respectivă nu mai are drept de apel, astfel încât demonstrația adversarului devine constrângătoare. Numai dacă părțile descoperă, în schimb, că diferă în privința înțelesului sau aplicării regulilor stipulate, că acordul lor inițial nu oferă o bază suficientă pentru demonstrație, controversa continuă sub forma pe care o ia inevitabil în cursul revoluțiilor științifice. O asemenea controversă are în vedere premisele și recurge la persuasiune ca la un preludiu al posibilității demonstrației.

[16] Vezi lucrările citate în nota 9 de mai sus și mai ales eseul lui Stephen Toulmin din *Growth of Knowledge*.

Nimic în această teză relativ familiară nu implică faptul că nu ar exista raţiuni întemeiate pentru convingere sau că aceste raţiuni nu ar fi, în cele din urmă, hotărâtoare pentru grupul în cauză. Nu implică nici măcar că raţiunile alegerii sunt diferite de cele enumerate de obicei de către filozofii ştiinţei: precizie, simplitate, fecunditate şi altele asemănătoare. Ceea ce sugerează însă această teză este că asemenea raţiuni funcţionează ca valori şi că ele pot fi deci diferit aplicate, individual şi colectiv, de către cei care concură în a le respecta. Dacă doi oameni nu cad de acord, de pildă, asupra fecundităţii relative a teoriilor lor sau dacă sunt de acord asupra ei dar nu şi în ceea ce priveşte importanţa relativă a fecundităţii şi, să zicem, asupra razei de cuprindere a teoriilor în cauză, nici unul dintre ei nu poate fi acuzat că a comis o greşeală. După cum nici unul, că procedează neştiinţific. Nu există un algoritm neutru pentru alegerea teoriei şi nici o procedură sistematică de decizie care, adecvat aplicate, trebuie să-l ducă pe fiecare individ din grup la aceeaşi decizie. În acest sens, comunitatea specialiştilor, mai curând decât membrii ei individuali, este cea care ia o decizie efectivă. Pentru a înţelege de ce ştiinţa se dezvoltă astfel, nu este nevoie să desluşim detaliile biografice sau personale care l-au determinat pe fiecare individ să facă o anumită alegere, deşi această problemă este deosebit de fascinantă. Ceea ce trebuie însă înţeles este modul în care o anumită mulţime de valori comune interacţionează cu anumite experienţe împărtăşite de comunitatea specialiştilor astfel încât majoritatea membrilor grupului să considere, în cele din urmă, că o mulţime de argumente este mai hotărâtoare decât o alta.

Acest proces înseamnă persuasiune, dar el ridică şi o problemă mai adâncă. Doi oameni care percep diferit aceeaşi situaţie, dar care totuşi folosesc acelaşi vocabular în discutarea ei, trebuie să folosească cuvintele în mod diferit. Cu alte cuvinte, ei vorbesc din puncte de vedere incomensurabile. Cum ar putea ei oare spera să vorbească la fel şi, cu atât mai mult, să fie convingători? Chiar şi un răspuns preliminar la această întrebare reclamă alte specificări privind natura dificultăţii. Cred că, cel puţin în parte, ele ar lua următoarea formă.

Practicarea ştiinţei normale depinde de capacitatea, dobândită din exemplarităţi, de a grupa obiecte şi situaţii în mulţimi similare care sunt primitive, în sensul că gruparea este făcută fără a răspunde la întrebarea: „Similar în raport cu ce?“ Un aspect central al oricărei revoluţii este deci acela că unele din relaţiile de similaritate se modifică. Obiecte care fuseseră înainte grupate în aceeaşi mulţime sunt grupate, după aceea, în altele diferite şi viceversa. Să ne gândim la Soare, Lună, Marte şi Pământ înainte şi după Copernic; sau la căderea liberă, mişcarea pendulară şi planetară înainte şi după Galilei; sau la săruri, aliaje sau la un amestec de pilitură de sulf şi fier înainte şi după Dalton. Deoarece cele mai multe dintre obiecte, chiar dintre mulţimile modificate continuă să fie grupate împreună, numele mulţimilor rămân de obicei aceleaşi. Totuşi, transferul unei submulţimi constituie, în mod curent, o parte a unei modificări critice în reţeaua interrelaţiilor lor. Transferarea metalelor din mulţimea compuşilor în mulţimea elementelor a jucat un rol esenţial în apariţia unei noi teorii a arderii, a acidităţii şi a combinaţiilor fizice şi chimice. În scurtă vreme, aceste modificări s-au răspândit în întreaga chimie. Nu este deci surprinzător că, atunci când intervin asemenea redistribuiri, doi oameni care înainte păreau să se înţeleagă perfect se trezesc deodată că reacţionează la acelaşi stimul prin descrieri şi generalizări incompatibile. Aceste dificultăţi nu vor fi resimţite în toate domeniile discursului ştiinţific, dar ele vor apărea şi se vor concentra dens în jurul acelor fenomene de care depinde vital alegerea teoriei.

Deşi devin mai întâi evidente în comunicare, asemenea probleme nu sunt pur ligvistice şi nu pot fi rezolvate prin simpla stipulare a definiţiilor termenilor supărători. Deoarece cuvintele în jurul cărora se concentrează dificultăţile au fost în parte învăţate prin aplicarea directă la exemplarităţi, participanţii la o ruptură comunicaţională nu pot spune: „Folosesc cuvântul «element» (sau «amestec» sau «planetă» sau «mişcare liberă») potrivit următoarelor criterii.“ Cu alte cuvinte, ei nu pot recurge la un limbaj neutru pe care amândoi îl folosesc la fel şi care este adecvat enunţării ambelor lor teorii sau chiar consecinţelor empirice ale acestora. O parte a diferenţelor este anterioară aplicării limbajelor care totuşi o reflectă.

Oamenii care participă la astfel de rupturi comunicaţionale trebuie totuşi să aibă o ieşire. Stimulii pe care îi recepţionează sunt aceiaşi. Acelaşi este şi aparatul nervos general, oricât de diferit ar fi programat. Apoi, cu excepţia unei zone reduse, deşi importante, însăşi programarea lor nervoasă trebuie să fie foarte asemănătoare, căci au o istorie comună, exceptând trecutul imediat. În consecinţă, lumea şi limbajul lor, atât cotidiene cât şi ştiinţifice, sunt în cea mai mare parte comune. Date fiind atâtea lucruri comune, ei ar trebui să poată identifica o bună parte din divergenţele lor. Metodele necesare nu sunt însă simple sau comode şi nici nu aparţin arsenalului obişnuit al omului de ştiinţă. Oamenii de ştiinţă le recunosc rareori ca atare şi doar uneori le folosesc mai mult decât este nevoie pentru a obţine o convertire sau pentru a se convinge pe ei înşişi că aceasta nu poate fi realizată.

Pe scurt, ceea ce pot face participanţii la o ruptură comunicaţională este să se recunoască reciproc ca membri ai unor comunităţi lingvistice diferite şi apoi să devină traducători[17]. Luând diferenţele dintre discursul dinăuntrul grupului şi cel între grupuri ca obiect de studiu în sine, ei pot mai întâi încerca să descopere termenii şi locuţiunile care, folosite neproblematic înăuntrul fiecărei comunităţi, sunt totuşi surse de dificultăţi pentru discuţiile dintre grupuri. (Locuţiunile care nu prezintă asemenea dificultăţi pot fi traduse omofonic.) După ce au identificat asemenea zone de dificultăţi în comunicarea ştiinţifică, ei pot recurge apoi la vocabularele lor zilnice comune într-un efort de a elucida alte greutăţi. Fiecare poate astfel să încerce să descopere ce ar vedea şi spune celălalt când i s-ar prezenta un stimul la care propria sa reacţie verbală ar fi diferită. Dacă se pot reţine îndeajuns de la a explica comportamentul anormal ca o consecinţă a simplei erori sau nebunii,

[17] Sursa deja clasică pentru cele mai multe din aspectele relevante ale traducerii este W. V. Quine, *Word and Object* (Cambridge, Mass., 1960), Cap. I şi II. Dar Quine pare să presupună că doi oameni care primesc acelaşi stimul trebuie să aibă aceeaşi senzaţie şi, în consecinţă, nu are prea mult de spus despre măsura în care un traducător trebuie să fie în stare să descrie lumea la care se aplică limbajul care este tradus. În această din urmă privinţă, vezi E. A. Nida, „Linguistics and Ethnology in Translation Problems", în Del Hymes (ed.), *Language and Culture in Society* (New York, 1964), pp. 90–97.

ei ar putea cu timpul să devină prezicători foarte buni ai comportamentului celuilalt. Fiecare va fi învățat să traducă teoria celuilalt și consecințele ei în propriul său limbaj și simultan să descrie în limbajul său lumea la care se aplică acea teorie. Este ceea ce face (sau ar trebui să facă) regulat istoricul științei atunci când se ocupă de teorii științifice depășite.

Deoarece traducerea permite fiecărui participant la o ruptură comunicațională să înțeleagă, prin substituire, ceva din meritele și defectele punctului de vedere al celuilalt, ea constituie un instrument puternic de persuasiune și convertire. Dar nici măcar persuasiunea nu trebuie neapărat să reușească și, dacă reușește, nu este neapărat însoțită sau urmată de convertire. Cele două experiențe nu sunt aceleași — o distincție importantă de care am devenit pe deplin conștient abia recent.

Cred că a convinge pe cineva înseamnă a-l lămuri că punctul de vedere al altcuiva este superior și trebuie deci să-l înlocuiască pe al său propriu. Aceasta se poate uneori obține fără a recurge la ceva de felul traducerii. În absența ei, multe din explicațiile și enunțurile problemelor acceptate de membrii unui grup științific vor fi opace pentru un alt grup. Dar fiecare comunitate lingvistică poate de obicei produce de la bun început câteva rezultate concrete ale cercetării care, deși exprimabile în enunțuri înțelese la fel de ambele grupuri, nu pot fi totuși explicate de către cealaltă comunitate în termenii ei proprii. Dacă noul punct de vedere rezistă o vreme și continuă să fie fecund, rezultatele cercetării verbalizabile în acest fel au șanse să sporească în număr. Pentru unii oameni, asemenea rezultate, singure, pot fi hotărâtoare. Ei pot spune: nu știu cum reușesc adepții noii concepții dar trebuie să aflu; orice ar face, este evident corect. Această reacție aparține mai ales celor nou intrați în breaslă, căci ei nu au deprins vocabularul și opțiunile speciale ale vreunuia dintre grupuri.

Argumentele exprimabile în vocabularul pe care îl folosesc la fel ambele grupuri nu sunt însă de obicei, hotărâtoare — cel puțin până într-o fază foarte târzie a evoluției concepțiilor opuse. Printre cei deja admiși în breaslă, puțini vor fi convinși fără a recurge într-un fel sau altul la comparații mai extinse, permise de traducere. Deși prețul va fi adesea propoziții foarte lungi și complicate (să

ne gândim la controversa dintre Proust şi Berthollet, dusă fără a apela la termenul „element“), multe alte rezultate ale cercetării pot fi traduse din limbajul unei comunităţi în al celeilalte. Pe măsură ce traducerea este continuată, unii dintre membrii fiecărei comunităţi pot de asemenea să înceapă să înţeleagă, prin substituire, cum un enunţ, până atunci opac, ar putea fi o explicaţie pentru membrii grupului opus. Existenţa unor asemenea metode nu garantează, fireşte, persuasiunea. Pentru majoritatea oamenilor, traducerea este un proces ameninţător şi cu totul străin de ştiinţa normală. Oricum, există întotdeauna şi contraargumente, iar nici o regulă nu prescrie modul în care trebuie ajuns la un echilibru. Totuşi, pe măsură ce argumentele se adună iar greutăţile sunt trecute cu succes, una după alta, numai încăpăţânarea oarbă poate în cele din urmă să explice rezistenţa neînduplecată.

Aşa stând lucrurile, un al doilea aspect al traducerii, de multă vreme familiar istoricilor şi lingviştilor, devine deosebit de important. A traduce o teorie sau o concepţie despre lume în propriul limbaj nu înseamnă a o adopta. Pentru aceasta trebuie să devii „de-ai casei“, să descoperi că gândeşti şi operezi într-un limbaj şi nu pur şi simplu că traduci dintr-un limbaj care ţi-era înainte străin. Tranziţia nu este însă de aşa natură încât un individ să o poată face — sau să se poată împiedica s-o facă — prin deliberare sau alegere, oricât de întemeiate ar fi motivele sale pentru a dori s-o facă. Dimpotrivă, la un moment dat, în cursul învăţării traducerii, el descoperă că tranziţia s-a petrecut, că a pătruns într-un nou limbaj fără să fi luat o decizie. Sau, la fel ca mulţi dintre cei care fac cunoştinţă cu relativitatea sau mecanica cuantică la o vârstă mijlocie, el se trezeşte pe deplin convins de noua concepţie, fără a fi totuşi în stare să o interiorizeze sau să se simtă acasă în lumea ei. Din punct de vedere intelectual, un asemenea om a făcut o alegere, dar convertirea necesară pentru a o face efectivă îl ocoleşte. El poate totuşi folosi noua teorie, dar o va face ca un străin într-o ţară străină — o alternativă pe care o are în faţă numai pentru că această ţară îşi are deja cetăţenii ei. Munca lui parazitează pe a acestora din urmă, căci lui îi lipseşte constelaţia de elemente mentale pe care viitorii membri ai comunităţii o vor dobândi prin educaţie.

Experienţa convertirii pe care am asemănat-o unei schimbări de *gestalt* rămâne, aşadar, în centrul procesului revoluţionar. Raţiunile întemeiate în favoarea alegerii oferă motivele convertirii şi climatul în care are mai multe şanse să survină. În plus, traducerea poate furniza repere pentru reprogramarea nervoasă care, oricât de impenetrabilă ar fi acum, trebuie să stea la baza convertirii. Dar nici raţiunile întemeiate şi nici traducerea nu alcătuiesc convertirea; or, tocmai acest proces trebuie să-l explicăm pentru a înţelege un tip esenţial de schimbare ştiinţifică.

6. Revoluţii şi relativism

O consecinţă a poziţiei schiţate mai sus i-a neliniştit îndeosebi pe câţiva dintre criticii mei[18]. Ei consideră că punctul meu de vedere este relativist, mai ales în felul în care a fost dezvoltat în ultima secţiune a cărţii. Observaţiile mele privind traducerea clarifică motivele acestei acuzaţii. Adepţii unor teorii diferite seamănă cu membrii unor comunităţi lingvistice şi culturale diferite. Recunoaşterea acestui paralelism sugerează că, într-un sens, ambele grupuri ar putea să aibă dreptate. Aplicată la cultură şi la dezvoltarea ei, această poziţie este relativistă.

Aplicată la ştiinţă, ar putea să nu fie relativistă; în orice caz, este departe de un *simplu* relativism, într-o privinţă pe care criticii ei nu au reuşit să o vadă. Luaţi ca un grup sau în grupuri, practicienii ştiinţelor dezvoltate sunt în mod fundamental rezolvitori de *puzzles*. Deşi valorile pe care le folosesc în momentele alegerii teoriei derivă şi din alte aspecte ale activităţii lor, capacitatea demonstrată de a pune şi rezolva *puzzles* prezentate de natură este, în cazul conflictului dintre valori, criteriul dominant pentru majoritatea membrilor unui grup ştiinţific. Ca oricare altă valoare, capacitatea de a rezolva *puzzles* se dovedeşte ambiguă în aplicaţii. Doi oameni care o posedă pot totuşi să difere în judecăţile pe care le derivă din folosirea ei. Comportamentul unei comunităţi în care această capacitate are întâietate va fi fost foarte diferit de cel al

[18] Shapere, „Structure of Scientific Revolutions“ şi Popper în *Growth of Knowledge*.

unei comunităţi în care nu o are. Cred că, în ştiinţă, valoarea deosebită acordată capacităţii de a rezolva *puzzles* are o serie de consecinţe.

Să ne imaginăm arborele unei evoluţii ce reprezintă dezvoltarea unor specialităţi ştiinţifice moderne din originile lor comune, aflate, să zicem, în filozofia primitivă a naturii şi în meşteşuguri. O linie care nu se repliază niciodată, trasă de-a lungul arborelui, de la trunchi spre vârful unei ramuri, va marca succesiunea teoriilor în ordinea descendenţei. Considerând oricare două asemenea teorii, alese în puncte nu prea îndepărtate de originea lor, va fi uşor de alcătuit o listă de criterii care i-ar permite unui observator imparţial să distingă, în fiecare moment, o teorie anterioară de o alta mai recentă. Unele dintre cele mai utile criterii ar fi: precizia predicţiilor, mai ales a celor cantitative; echilibrul dintre temele ezoterice şi cele obişnuite; numărul diferitelor probleme rezolvate. Mai puţin utile pentru acest scop, deşi având un rol important în viaţa ştiinţifică, ar fi valori ca: simplitatea, domeniul de aplicare şi compatibilitatea cu alte specialităţi. Asemenea liste nu sunt încă necesare, dar nu mă îndoiesc că ele pot fi alcătuite. Iar dacă pot fi alcătuite, atunci dezvoltarea ştiinţifică este, asemenea celei biologice, un proces unidirecţional şi ireversibil. Teoriile ştiinţifice ulterioare sunt mai bune decât cele anterioare în a rezolva *puzzles* în mediile adesea cu totul diferite la care sunt aplicate. Aceasta nu este poziţia unui relativist; ea dezvăluie sensul în care cred cu toată convingerea în progresul ştiinţific.

Comparată cu noţiunea de progres foarte răspândită în rândul filozofilor ştiinţei ca şi al publicului larg, această poziţie este lipsită de un element esenţial. O teorie ştiinţifică este de obicei considerată mai bună decât predecesoarele ei nu numai în sensul că este un instrument mai bun pentru descoperirea şi rezolvarea *puzzles*-urilor, dar şi pentru că este întru câtva o reprezentare mai bună a naturii. Auzim deseori că teoriile succesive se apropie tot mai mult sau aproximează din ce în ce mai bine adevărul. Se pare că asemenea teze nu se referă la soluţiile *puzzles*-urilor şi la predicţiile concrete derivate dintr-o teorie, ci mai degrabă la ontologie, adică la corespondenţa dintre entităţile cu care teoria populează natura şi ceea ce există „realmente acolo“, în natură.

Poate există şi un alt mod de a recupera noţiunea de „adevăr“, pentru aplicarea la întregi teorii, dar acesta nu merge. Cred că nu există un mod independent-de-teorie de a reconstrui expresii ca „realmente acolo“; noţiunea de conformitate între ontologia unei teorii şi corespondentul ei „real“ din natură mi se pare acum principial iluzorie. În afară de aceasta, ca istoric, sunt impresionat de implauzibilitatea acestei concepţii. Nu mă îndoiesc, de pildă, că mecanica lui Newton o depăşeşte pe cea a lui Aristotel, că cea a lui Einstein o depăşeşte pe cea a lui Newton ca instrument de rezolvare a *puzzles*-urilor. Dar nu pot vedea în succesiunea lor nici o direcţie concretă de dezvoltare ontologică. Dimpotrivă, în unele privinţe importante, deşi nu în toate, teoria relativităţii generalizate a lui Einstein este mai apropiată de cea a lui Aristotel decât este vreuna din acestea de cea a lui Newton. Deşi tentaţia de a caracteriza această poziţie ca relativistă este de înţeles, caracterizarea mi se pare greşită. Reciproc, dacă această poziţie ar însemna relativism, nu pot crede că relativistul este lipsit de vreunul din instrumentele necesare explicării naturii şi dezvoltării ştiinţei.

7. Natura ştiinţei

Voi încheia cu o scurtă dezbatere a două reacţii frecvente la textul meu original, prima critică, a doua favorabilă, dar nici una, cred, întru totul îndreptăţită. Deşi una nu este legată de cealaltă şi nici una de cele spuse până acum, ambele au cunoscut o suficientă răspândire pentru a merita cel puţin unele răspunsuri.

Câţiva cititori ai cărţii mele au remarcat că am trecut frecvent de la modul descriptiv la cel normativ şi invers — o trecere deosebit de evidentă în unele pasaje care încep cu „Dar aceasta nu este ce fac oamenii de ştiinţă“ şi se încheie cu afirmaţia că oamenii de ştiinţă nu ar trebui să facă astfel. Unii critici afirmă că confund descrierea cu prescrierea, încălcând venerabila teoremă filozofică potrivit căreia „este“ nu poate implica „trebuie“[19].

---

[19] Pentru unul din multele exemple, vezi eseul lui P. F. Feyerabend din *Growth of Knowledge*.

Această teoremă a devenit practic un clişeu şi nu mai este respectată pretutindeni. Unii filozofi contemporani au descoperit contexte importante în care normativul şi descriptivul sunt inextricabil îmbinate[20]. „Este“ şi „trebuie“ nu sunt întotdeauna atât de distincte cum păreau. Dar nu este nevoie să apelăm la subtilităţile filozofiei lingvistice contemporane pentru a desluşi ceea ce părea confuz în legătură cu acest aspect al poziţiei mele. Paginile anterioare prezintă o concepţie sau o teorie despre natura ştiinţei şi, ca alte filozofii ale ştiinţei, teoria are consecinţe pentru modul în care oamenii de ştiinţă trebuie să acţioneze pentru ca întreprinderea lor să reuşească. Deşi poate să nu fie corectă, nu mai mult decât oricare altă teorie, ea oferă o bază legitimă pentru repetatele „trebuie“ şi „ar trebui“. Reciproc, o parte dintre motivele pentru a lua în serios teoria este că oamenii de ştiinţă, ale căror metode au fost elaborate şi selectate pentru succesul lor, se comportă de fapt aşa cum spune teoria că ar trebui să o facă. Generalizările mele descriptive sunt dovezi în favoarea teoriei tocmai pentru că ele pot fi de asemenea derivate din teorie, în vreme ce potrivit altor concepţii despre natura ştiinţei ele constituie un comportament anormal.

Cred că circularitatea acestui argument nu este vicioasă. Consecinţele punctului de vedere discutat nu sunt epuizate de observaţiile pe care el se baza la început. Încă înainte de prima apariţie a cărţii, am descoperit că unele părţi ale teoriei prezentate constituie un instrument util pentru explorarea comportamentului şi dezvoltării ştiinţifice. Compararea acestui post-scriptum cu paginile originalului poate să indice că el continuă să joace acest rol. Nici un punct de vedere pur şi simplu circular nu poate fi o asemenea călăuză.

La o ultimă reacţie faţă de carte, răspunsul meu trebuie să fie diferit. Dintre cei care au apreciat cu plăcere cartea mea, unii au făcut-o mai puţin pentru că aruncă o lumină asupra ştiinţei, cât pentru că au interpretat tezele ei principale ca fiind aplicabile şi în multe alte domenii. Înţeleg ce au ei în vedere şi nu aş vrea să-i descurajez în încercările de a extinde această concepţie, dar reacţia

---

[20] Stanley Cavei!, l t We / n W at We *Say*? (New York, 1969), Cap. I.

lor m-a uimit totuşi. În măsura în care cartea zugrăveşte dezvoltarea ştiinţei ca o succesiune de perioade dominate, fiecare, de o tradiţie şi punctate de întreruperi necumulative, tezele ei sunt fără îndoială larg aplicabile. Dar aşa şi trebuie să fie, căci sunt împrumutate din alte domenii. Istoricii literaturii, muzicii, artelor, dezvoltării politice şi ai multor altor activităţi umane descriu de multă vreme aceste subiecte în acelaşi fel. Periodizarea în termeni de breşe revoluţionare în stil, gust şi structură instituţională fusese unul dintre instrumentele lor tipice. Dacă am fost original în privinţa acestor idei, aceasta s-a datorat mai ales aplicării lor la ştiinţă, despre care se credea că evoluează altfel. Probabil, noţiunea de paradigmă ca o realizare concretă, o exemplaritate, este a doua contribuţie originală. Bănuiesc, de pildă, că unele din dificultăţile notorii care înconjoară noţiunea de stil în artă ar putea să dispară dacă tablourile pot fi înţelese ca modelate unele după altele, mai degrabă decât produse în conformitate cu unele canoane abstracte de stil[21].

Cartea a avut însă, de asemenea, menirea să impună şi o altă idee, mai puţin vizibilă multora dintre cititorii ei. Deşi dezvoltarea ştiinţei poate fi mult mai asemănătoare celei din alte domenii decât s-a presupus adeseori, ea este de asemenea extrem de diferită. A spune, de pildă, că ştiinţele, cel puţin începând de la un anumit punct din dezvoltarea lor, progresează altfel decât alte domenii, nu înseamnă a greşi întru totul, oricare ar putea fi progresul ca atare. Unele dintre obiectivele acestei cărţi au fost să examineze asemenea diferenţe şi să înceapă să le explice.

Să considerăm, de exemplu, sublinierea repetată, mai sus, a lipsei sau, cum aş spune acum, a rarităţii relative a şcolilor rivale în ştiinţele mature. Sau să ne reamintim remarcile mele despre măsura în care membrii unei comunităţi ştiinţifice date constituie singurul public şi singurii judecători ai activităţii comunităţii. Sau, în sfârşit, să ne gândim din nou la natura specială a educaţiei ştiinţifice, la rezolvarea de *puzzles* ca un scop şi la sistemul de

---

[21] În legătură cu această idee şi cu o expunere mai amplă a ceea ce este propriu ştiinţei, vezi T. S. Kuhn, „Comment [on the Relations of Science and Art]", *Comparative* Studies in Philosophy and Hitor, X (1969), pp. 403–412.

valori utilizat de grupul ştiinţific în perioade de criză şi decizie. Cartea desprinde şi alte caracteristici de acelaşi gen, dintre care nici una nu este neapărat unică pentru ştiinţă, dar care, împreună, singularizează această activitate.

Despre toate aceste caracteristici ale ştiinţei mai trebuie aflate foarte multe lucruri. Deschizând acest post-scriptum cu sublinierea necesităţii de a studia structura de comunitate a ştiinţei, voi încheia prin a evidenţia necesitatea unui studiu similar şi mai ales comparativ al comunităţilor corespunzătoare din alte domenii. Cum alege cineva membrii şi cum este cineva ales membru într-o comunitate particulară, ştiinţifică sau nu? Care este procesul şi care sunt stadiile socializării grupului? Ce scopuri îşi propune grupul, luat colectiv; ce devieri individuale sau colective va tolera el; şi cum controlează el aberaţiile nepermise? O mai deplină înţelegere a ştiinţei va depinde de răspunsuri şi la alte genuri de întrebări, dar nu există domeniu în care să fie atât de mult de făcut. Cunoaşterea ştiinţifică, la fel ca şi limbajul, este prin natura sa proprietatea comună a unui grup; altfel nu este nimic. Pentru a o înţelege, va trebui să cunoaştem caracteristicile speciale ale grupurilor care o creează şi o utilizează.

Cuprins